

博士學位論文

훼이조아 (*Feijoa sellowiana* Berg.) 의 生育特性,
花粉 發芽 및 自家不和合性에 관한 研究

Studies on Growth characteristic, Pollen germination
and Self-incompatibility in Feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg.)

濟州大學校 大學院

園藝學科



1993年 12月

웨이조아 (*Feijoa sellowiana* Berg.) 의 生育特性,
花粉 發芽 및 自家不和合性에 관한 研究


指導教授 白子勳






朴才昊

이 論文을 農學 博士學位 論文으로 提出함

1993年 12月

朴才昊의 農學 博士學位 論文을 認准함

 제주대학교 중앙도서관
JEJU UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長	하	희	호	
委員	李	珠	호	
委員	鄭	恭	英	
委員	蘇	寅	호	
委員	白	子	勳	

濟州大學校 大學院

1993年 12月

Studies on growth characteristic, Pollen germination
and Self-incompatibility in Feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg.)

Park, Jae Ho

(Supervised by professor Baik, Ja Hoon)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF AGRICULTURE

DEPARTMENT OF HORTICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1993. 12.

目 次

Summary	1
緒 論	4
研究史	6
材料 및 方法	13
1. 웨이조아의 生育特性 調査	13
2. 花粉 發芽에 관한 研究	13
3. 自家不和合성에 관한 研究	15
結果 및 考察	19
1. 웨이조아의 生育特性 調査	19
1) 줄기의 特性	19
2) 잎의 特性	22
3) 꽃의 特性	25
4) 開花 習性	27
5) 果實의 特性	29
2. 花粉 發芽에 관한 研究	34
1) 時間差 發芽와 花粉管 伸長	34
2) 培養溫도의 影響	34
3) 糖 種類와 濃도의 影響	38
4) pH의 影響	40
5) 培養濕도의 影響	40

6) 貯藏溫度와 貯藏期間의 影響	42
7) Boric acid의 影響.....	45
8) 品種間 花粉 發芽 및 花粉管 伸長	46
3. 自家不和合性에 관한 研究	47
1) 自家 및 他家授粉에 의한 結實關係	47
2) SEM을 이용한 花粉의 形態的 觀察	49
3) 암술에서 花粉管 伸長	53
(1) 花柱에서 花粉管 伸長	53
(2) 子房에서 花粉管 伸長	54
4) 子房抽出物 添加培地에서 花粉發芽	61
(1) 花粉 置床 前 子房抽出物 處理	61
(2) 花粉 置床 後 子房抽出物 處理	63
5) 等電點 電氣泳動에 의한 子房內 蛋白質과 酵素의 分離 比較	65
綜合考察	70
摘 要	72
引用文獻	75



Summary

1. Characteristics of growth and development of Feijoa

For the adaptation of Feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg.) in Cheju island, stem, leaf, flowering habits and fruit development of four varieties such as Mammoth, Triumph, Robert and Coolidge were investigated.

Stem elongation during the growth period of one year was classified for 4 types. The strongest stem was observed when summer shoot was developed from the spring shoot or when fall shoot was developed directly from the spring shoot. The branching angle of Feijoa varieties were $52.8^{\circ} \sim 58.3^{\circ}$, one of 'Triumph' was the narrowest of all varieties tested. Some of the 'Mammoth' var. branches showed modifications in the branching pattern that is one internode with three leaves or the phyllotaxis with two-fifth. Data was shown for leaf length, leaf width and leaf shape index for the 4 varieties or during each growing period for 'Mammoth'. Leaf area was larger in 'Mammoth' (13.12 cm^2) than other varieties, and was larger in the fall shoot (13.54 cm^2) than other shoot during growing period. Internode length was longer in the summer shoot (2.59 cm) than in other shoot. There was a resting period in every seasonal changes during the growing period, that was shown as a remarkably difference in leaf area and internode length. The abaxial side of mature and old leaves showed sooty symptoms, the hair was lost in the main vein as leaves grew older. Flowers were heterostylism because pistil length was longer than stamens. From 4 days after blooming, some of stamens fell on flower disc with ease. The flowering period of the first and second internode was from June 3 to June 12. Weather conditions in this period were recorded. In 'Mammoth' fruits harvested on Nov.7, a high positive correlation among fruit weight, number of seed, pulp content and sugar content was found.

2. Studies on pollen germination

Different external conditons were tested to study pollen physiology and to acquire data on self-incompatibility in Feijoa variety 'Mammoth'.

The pollen germination and pollen tube elongation among the seven varieties 'Gemini', 'Apollo', 'Coolidge', 'Triumph', 'Mammoth', 'Robert' and 'David' were compared in vitro.

1) The optimum temperature for the pollen germination and pollen tube elongation was 30 °C ; however these were inhibited at temperatures above 35 °C or below 20 °C.

2) The optimum sugar concentration for the medium to pollen germination ranged from 2 to 3% for fructose or 5% glucose. Pollen tube growth was greater at 5% glucose and 3% sucrose than other treatments.

3) The optimum pH for pollen germination and pollen tube growth was pH 3.5 for the medium.

4) Pollen germination and pollen tube elongation was greater under high humidity (100%). Both decreased with lowering humidity.

5) Feijoa pollens remained viable for 3 weeks when stored at room temperature (22 ~ 25 °C). Pollens stored at 0 °C or -25 °C retained a high germination count even after 9 weeks.

6) Addition of boric acid (1 to 1,000 mg/l) to 1% agar medium, adjusted to pH 5.5 and containing 20% sucrose, promoted pollen germination and pollen tube growth. The optimum concentration of boric acid for pollen germination and pollen tube growth was 50 mg/l.

7) The varieties 'Gemini', 'Robert' and 'Apollo' had a higher pollen germination rate than other varieties. 'Apollo', 'Mammoth' and 'David' had greater pollen tube length compared to the other varieties. 'Coolidge' had poor germination rate and pollen tube growth in vitro.

3. Studies on self-incompatibility

1) The effects of cross and self pollination on Feijoa fruit development were compared. In the cultivar 'Mammoth', fruit set, fruit weight, endocarp (pulp) weight and sugar content (°Brix) were all higher with cross pollination.

2) Scanning electron microscope investigations showed that the pollen grains of 7 varieties were characteristically monad or tricolporate with

collapsed walls. At polar length to equatorial diameter ratio (P/E ratio), 'Gemini', 'Rovert', 'David' and 'Mammoth' were the oblate spheroidal (P/E ratio = 0.88 ~ 0.99), 'Apollo' and 'Triumph' were the suboblate (P/E ratio = 0.76 ~ 0.87), and 'Coolidge' was the prolate spheroidal (P/E ratio = 1.01 ~ 1.14). There were no difference among varieties in self-compatibility and self-incompatibility as tested for pollen size, shape and exine characteristics. The sizes pollen grains of 'Gemini' and 'Apollo' were between those of 'Triumph' (self-incompatible) and 'Coolidge' (self-compatible).

3) Length of pollen tubes in styles.

The pollen grains were germinated on the stigma surface. Most pollen tubes of Feijoa reached the lower portions of the styles 72 hr after cross or self pollination in 'Mammoth', and some pollen tubes penetrated into the ovaries.

Pollen tubes in 114 hr after pollination wrapped the ovule in ovary.

4) Germination of pollen on medium with ovary extracts.

In the cultivars 'Coolidge' and 'Mammoth', pollen germination and pollen tube growth was remarkably inhibited on medium with self or cross ovary extracts compared to a medium without extracts. The majority of pollen tube tips was swelling and bursting on the medium with self or cross ovary extracts after the pollen germinated.

5) Isolation of protein and isozyme by IEF electrophoresis.

Specific band could not be detected for buffer soluble total proteins in ovaries until 12 days after cross and self pollination in 'Mammoth'. A specific activity band at gel was found for peroxidase isozyme only for ovaries but no difference was observed between self and cross pollination. For isolation of esterase isozyme, two specific bands were identified but the band patterns were the same for self and cross pollination treatment.

In conclusion, self-incompatibility in Feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg.) were expressed in the ovary which may be responsible for the failure of ovary development after fertilization. Accordingly, a self-incompatibility systems in Feijoa were presumed to be a result of incomplete nuclear fusion of gametes or action of post-zygotic lethal genes.

結 論

웨이조아는 Paraguay, Brazil 南部 및 Argentina가 原產地로서 樹高가 5m까지 生長하지만 보통 3 ~ 4m이고, 樹冠幅은 3m로서 主幹 밑부분으로 부터 가지가 많이 發生되는 常綠性 灌木인 亞熱帶 果樹이다. 學名은 *Feijoa sellowiana* Berg. 외에 *Acca sellowiana*, *Orthostemon sellowiana* Berg., 英名으로는 feijoa, pineapple guava 等이며, 日本名은 フェイジョア(feijoa), 헤이조아(heizyoa)이다. 48. 71. 73. 168)

웨이조아의 栽培는 1890년 Uruguay에서 導入된 苗木을 France南部에 栽植된 것이 最初이며, 그후 美國, Ceylon, Indochina, New Zealand 및 日本 等地에서 栽培되기 시작하여 현재는 세계곳곳에서 확산 재배 되고있다. 48. 71. 73. 81. 142. 168) 웨이조아의 주요 生産國인 New Zealand에서는 1973년에 90M/T, 1981년에는 473M/T이 生産되어 美國과 日本에 1985년에는 47M/T, 1987년에는 53M/T을 수출하였다. 51. 62. 67) 또한 舊소련의 그르지야(Georgian)에서는 1979년에 66ha에서 1986년에는 988ha로 栽培面積이 增加되었다. 13) 日本에서도 1979 ~ 1980년도 부터 新品種 導入과 栽培에 관심을 기울이고 있는데 그 理由로는 ①웨이조아는 다른 亞熱帶 果樹보다 生産 單價가 낮다. ②kiwifruit과 같이 大衆的인 果實이다. ③特別한 栽培技術없이도 栽培가 容易하다. ④病蟲害가 없다. ⑤耐寒性이 強하다. ⑥유럽 및 國際市場에서 展望이 좋다고 하여 웨이조아 栽培를 권장하는 사례^{12. 17. 25. 67. 91)}가 늘고 있다.

國內에서는 1984년경에 濟州道農村振興院, 濟州大學校 亞熱帶農業研究所 等の 研究機關 및 篤農家가 New Zealand로부터 導入하여 試驗栽培되기 시작하였다. 그러나 着果不良 및 栽培管理의 未熟으로 收穫量이 적었고, 大果보다는 小果생산이 많았기 때문에 대부분이 방치되거나 研究가 중단된 상태였지만, 成熟한 果實은 pineapple, banna 및 사과를 混合한 맛과 糖度가 13 ~ 15%로 높으며^{48. 81. 168)}, 26.0 ~ 32.4 mg/100g의 Vitamin C 가 含有¹¹⁾되어 있고 香氣도 좋아 經濟性있는 栽培果樹로서 可能性이 높을 것으로 생각되어 本 研究에 관심을 갖게 되었다. 또한 웨이조아는 다른 熱帶 및 亞熱帶 果樹보다 耐寒性이 강하여 겨울철 最低溫度가 -10°C인 지역에서도 栽培가 가능하고, 실질적인 病蟲害가 없어서 재배가 쉬울 뿐더러 柑橘 栽培 可能地라면 웨이조아 栽培適地로 알려져 있다. 9. 48. 64. 141)

濟州大學校 亞熱帶農業研究所內 試驗圃에 栽植한 웨이조아는 生育이 왕성하고

越冬피해가 없으며, 病蟲害도 거의 없어 장차 着果率을 높이고, 大果生産에 노력을 한다면 kiwifruit와 같이 大衆的인 果實로 정착될 것으로 생각되었다. 그러나 國內에서는 웨이조아의 果實紹介는 물론 學術的인 研究가 別로 없어서 栽培生理를 비롯한 生産性 向上 과 利用性 等 具體的인 研究가 요구되어 왔다. 또한 웨이조아는 잎은 常綠性이고, 赤色의 꽃은 1개월 이상 지속적으로 피며 두꺼운 花瓣은 甘味가 있어서 食用으로도 이용되는데, 꽃의 開花期間이 길고 아름다워 造景樹 또는 庭園樹의 가치도 높을 것으로 기대된다. 아직까지 웨이조아를 栽培하는 篤農家 또는 農業研究機關에서는 이 植物이 갖고 있는 自家不和合性을 고려하지 않고 試驗 栽培하였을 뿐만 아니라, 開花時期가 장마철과 겹쳐 蟲媒에 의한 授粉 受精率이 低下되어 着果率이 낮았고 大果生産이 미흡한 것으로 推定되었다. 따라서 人工的인 他家授粉을 유도하여 着果率을 增大시키는 研究가 필요할 것으로 認識되어 本 研究에서는 自家不和合性의 要因을 究明하는데 초점을 맞추어 實驗을 遂行하였다.

研 究 史

熱帶作物에서 도금양과(Myrtaceae)는 喬木과 灌木形態로 약 75屬에 3,000餘種이 分布되어 있으며, 果實은 일반적으로 pulp狀의 漿果 또는 木質의 蒴果이다. 科內에 果樹로 이용되는 屬은 크게 4屬이 있는데 이들의 染色體數는 $2n=22$ 로서 *Eugenia* L. 의 rose apple, pomerac, pitanga, water rose-apple, jambolan 및 wax apple, *Feijoa sellowiana* Berg의 feijoa, *Myrciaria cauliflora* Berg의 jaboticaba, 그리고 *Psidium guajava*에서의 guava 등이 있다.¹⁴²⁾

웨이조아는 挿木과 實生으로 繁殖하는 漿果類의 果樹로서 꽃이 아름답고 開花期間도 1개월이상 持續되어 觀賞價値가 높고^{48, 81)} 懸音公害에도 매우 효과적^{179, 180)}이어서 家庭果樹用 庭園樹 및 生울타리用 造景樹로도 이용되는 常綠 灌木이다.

웨이조아의 生育期는 Goliadze 等⁵⁴⁾, 山本와 中村¹⁸²⁾에 의하면 4월 上旬부터 시작되어 11월 까지 계속되는데 生育期間 동안에는 二重 sigmoid 生育狀을 나타내어 生長 peak와 休止期가 뚜렷이 구분된다고 하였다. Kukava⁸⁰⁾는 新梢가 여름에는 休止되었다가 9월 ~ 10월에 2차 生長이 재개되며 生長期 동안에는 11 ~ 23cm가 伸長된다고 하였는데 대체적으로 春枝는 4월 上旬부터, 夏枝와 秋枝는 各各 7월 中下旬과 9월 上旬에 伸長되고⁴⁸⁾, 4월부터 伸長되는 新芽는 5월 上旬부터 7월 中旬까지는 緩慢하나 이후 旺盛하게 伸長되어 9월 下旬 ~ 10월에 伸長이 정지된다.¹⁸²⁾고 報告되었는데 그 差는 地域과 研究者에 따라 다소 차이가 있음을 알 수 있다.

웨이조아 잎의 表面은 革質이면서 광택이 있는 濃綠色이며, 잎의 裏面에는 纖毛가 밀생되어 灰白色을 나타낸다. 葉長은 5 ~ 7.5cm, 葉幅은 3cm 內外로 잎의 모양은 卵狀 長橢圓形 또는 橢圓形으로 줄기에 對生으로 着葉된다.^{73, 131)} 꽃은 兩性花로 花瓣의 길이는 4 ~ 5cm이고 表面은 紫色을 띠나 裏面은 白色을 나타내는데, 多數의 雄蕊와 1개의 雌蕊를 갖으며 開花期는 6월 上旬부터 7월 上旬까지이고, 滿開期는 6월 中下旬이다.^{81, 131, 168)} 1개 結果枝의 開花期間은 15 ~ 23일이며 1樹當 開花日은 30일정도이다. 開花는 中間下段部의 外部에서 開花가 시작되어 中間部位의 內部, 上段 外部, 下段 外部, 下段 內部順으로 이어진다.⁴⁸⁾ 開花習性은 前年度에 자란 結果母枝 上段에서 봄에 新梢가 伸長되면서 葉腋에 6 ~ 8개의 봉오리가 對生으로 맺히는데 開花가 늦은 것은 꽃이 작아진다.^{48, 81)}

果實은 受精 後 子房이 肥大되는 漿果類로서 9월 이전에는 肥大가 緩慢하나 이후

急激하게 肥大되어 10월 下旬 ~ 11월 下旬에 收穫된다. 成熟된 果實은 内部에 투명 한 jelly 狀의 果肉에 20 ~ 60개의 種子가 들어있으며, 水分이 84.9%, 灰分 0.6%, 蛋白質 0.8%, 脂肪 0.2%, 炭水化物 4.2%, 그리고 粗纖維 3.4%를 함유하고 있다. 48, 73, 131, 132) 웨이조아의 뿌리 生長에 대한 報告는 많지 않으나 kukava⁸⁹⁾는 웨이조아 成木의 뿌리는 비교적 淺根性이어서 수평으로 1.5 ~ 2.0m, 수직으로는 0.4 ~ 0.5m 정도 伸長되는데, 보통 4월 下旬 ~ 5월 初旬(地溫이 8 ~ 10°C)에 生長이 시작되어 地溫이 8°C 以下로 내려갈때까지 뿌리 伸長은 持續되고, 濕地보다는 약간 乾燥한 土壤에서 旺盛하게 발달한다고 報告하였다. 姜 等^{82, 83, 84)}과 宋 等^{159, 160)}의 報告에 의하면 濟州道에서 웨이조아의 生育特性은 新梢의 展葉期가 5월 上中旬, 開花期는 6월 中下旬이며 收穫期는 10월 下旬부터 11월 中旬까지이고, 朴 等¹³²⁾은 果實發育이 9월 이후에 급속히 肥大生長됨을 報告하였다.

花粉의 器內 培養은 1) pistil서 수행할 수 없는 사항, 즉 花粉내의 遺傳子의 發現, hormone, 無機 鹽類 그리고 環境 等の 영향을 花粉 發芽와 花粉管 伸長으로 평가 하기 위하여, 2) pollen과 pistil 間의 상호 關係를 糾明할 목적으로 실행된다고 Knox 等⁸⁸⁾이 발표 하였다. 실제로 花粉의 器內 培養은 花粉 屈化性 (chemotropism)^{107, 145)} 및 生存力 檢定^{60, 64)}, 花粉壁의 合成^{28, 64)}等 生理的인 연구는 물론이고, 植物의 환경 적응 능력의 判定을 器內에서 花粉 發芽 研究^{42, 44, 122)}로 활용되어 왔다. 自家不和合性 植物의 花粉을 器內에서 培養하는 目的은 花粉의 發芽不能, 花粉管의 伸長抑制, 花粉管 破裂 等 특징적인 自家不和合 反應을 탐지하고 측정하는데 있으며, 최근에는 不和合反應이 花粉에 있는 경우 自家不和合性을 방지하기 위한 對備策이 가능하고, 人爲的으로 조절된 器內의 조건하에서 花粉管內의 S-allele와 S-genotype의 신속한 분류까지 가능하다.¹²⁰⁾

花粉은 開花時의 溫度, 濕度에 따른 氣候 變化^{32, 65, 66, 70, 72, 113)}와 花粉採取 時間⁶⁹⁾, 植物體의 有機的 生理的 차이^{150, 181)}에 의해 동일 植物에 있어서도 차이를 나타낸다. Visser¹⁷¹⁾, 岩波^{75, 76)}는 花粉이 發芽하려면 酸素, 水分, 滲透壓 등이 필요하며, 發芽된 花粉이 계속 伸長하기 위해서는 炭素原이 필요하다고 하였고, Dickinson 과 Bonner³⁸⁾는 완전히 성숙된 花粉은 비교적 水分 含量이 높으며, 花粉의 營養核 內에는 蛋白質, 炭水化物 그리고 脂質의 變形物이 내포되어 있는데, 花粉管이 伸長하면서 花柱와 내부의 細胞壁으로부터 炭水化物을 공급받게 된다고 하였다.

器內 培養溫度가 花粉 發芽 및 花粉管 伸長에 미치는 영향에 대해서는 많은 연구가 이루어져, 비교적 低溫에서 花粉이 發芽하는 果樹는 매화, 살구, 복숭아 및 사과 花粉이라고 보고되었다.^{126, 186)} 趙 等²⁷⁾은 개암의 花粉 發芽에는 20°C에서 가

장 양호하였고, Keulemans⁸⁶⁾는 plum의 器內 花粉 發芽는 21°C에서 가장 發芽率이 높으나, 發芽 速度 및 花粉管 伸長 사이에는 相關關係가 없다고 하였다. pecan은 25°C, 35°C 및 45°C에서의 實驗에서 溫度가 낮을수록 花粉 發芽가 증가되며¹⁸⁵⁾, 서양배의 d'Anjou 品種은 花柱에서 花粉管 伸長은 21°C에서는 24시간만에 이루어지지만 낮은溫度에서는 遲延됨이 보고되었다.¹¹³⁾ 柑橘類의 花粉 發芽 연구에서 金柑에서 下郡 等¹⁵⁴⁾은 40°C에서 1시간 경과된 것은 發芽가 抑制되었고, 20°C에서 發芽率이 가장 양호하였다고 하였으며, Kobayashi 等⁸⁷⁾은 25°C가 適定溫度였다고 보고하였다.

Kiwifruit의 花粉은 30°C에서 花粉 發芽가 양호하나, 花粉管 伸長은 25°C가 적당하였으며¹⁷⁴⁾, 호리병박의 花粉은 38°C에서의 4시간 이상 경과되면 花粉 發芽가 억제되었으나 2시간 경과된 것은 影響이 없었다고 하였다.⁷²⁾ 이와 같이 花粉 發芽와 溫度는 作物에 따라서 각각 다른 反應을 보여주고 있다.

器內的 花粉 發芽에서 炭水化合物을 공급해주는 糖에서도 많은 연구가 수행되었는데, pistachio인 경우 Polito 와 Luza¹³⁹⁾는 花粉 發芽 실험에서 sucrose 10 ~ 20% 處理가 發芽率을 높였다고 하였으며, Crane 等³⁰⁾도 sucrose 10%농도에서 최대로 發芽가 촉진되었다고 發表하였다. 趙 等²⁷⁾은 개암의 花粉은 蔗糖 20%처리가 가장 양호하게 發芽하였다고 하였고, Lee 等⁹⁵⁾은 jojoba 花粉의 器內 發芽는 20%의 sucrose가 培地에 添加되었을 때 가장 적합하였으며, 大井上¹²⁵⁾과 田辺¹⁶⁶⁾가 포도와 일본배의 화분은 sucrose가 첨가된 培地가 發芽에 적합하다고 하였다. 또한 渡邊¹⁷⁴⁾는 kiwifruit의 器內 發芽에서 glucose와 fructose는 同一 條件에서 sucrose보다 發芽가 抑制되었다고 하여 대체적으로 蔗糖이 器內에서의 花粉 發芽에 효과적임을 알 수 있었다.

pH를 달리하였을 경우 花粉이 器內 發芽에 미치는 影響에 대한 報告에서 松原¹⁰⁸⁾은 밤나무의 花粉 發芽 培地는 pH 5 ~ 6에서 最適이라 하였고, 玉田와 岩垣¹⁶⁵⁾는 blueberry의 花粉 發芽는 品種에 따라서 pH 1.0이상 차이가 있다고 하였다. 亞熱帶 果樹인 枇杷는 배지의 pH가 5.5인 경우 花粉 發芽에 最適이었다고 하였으며¹⁵⁶⁾, kiwifruit인 경우 渡邊와 高橋¹⁷⁴⁾는 pH 5.5에서, 二官 等¹²¹⁾은 pH 5 ~ 6 그리고, Hopping 과 Jerram⁷⁰⁾은 pH 4.5 ~ 6.9 에서 양호하다고 하여 연구자들 간에도 다소 차이를 보여주고 있었다.

濕도가 花粉 發芽에 미치는 영향은 in vitro 實驗보다도 in vivo에서 많은 연구가 이루어졌다. Henny^{65, 66)}는 觀賞用 熱帶 植物인 Dieffenbachia 와 Aglaonena의 花粉 發芽는 in vivo 상태에서 濕度 100%인 경우 優勢하였고, 40 ~ 50%의 낮은 濕度에서 授粉된 꽃은 현저히 發芽가 抑制되어 授粉前 4시간 동안 낮은 濕도에 乾燥된 花粉은 發芽하지 않았다고 하였다. Woodroof¹⁸¹⁾는 pecan의 花粉 飛散은 相對

濕度 85% 이하인 경우에만 이루어지는데 이 조건은 花粉의 活力을 抑制한다고 발표하였다. Simons 等¹⁵⁷⁾은 lily의 花粉을 1일 정도 乾燥시킨 후 높은 濕度에 處理시키므로서 花粉의 器內 發芽가 상당히 增進되었다고 報告 하였으며, 辛 等¹⁵⁵⁾은 배의 新高 品種에서 開葯은 75 ~ 80%에서 양호 하였고, 98%와 53% 이하에서는 花粉 生産量이 減少되었다고 發表하였다.

Boric acid를 器內的 花粉 發芽用 培地에 添加시켰을 경우 花粉發芽 및 花粉管 伸長에 큰 영향을 미친다는 것은 이미 많은 研究 報告가 있었다. 즉 福島⁴⁹⁾는 批杷와 복숭아의 花粉 發芽에서 이를 확인하였고, Dickinson³⁵⁾도 *Lilium longiflorum*에서 같은 결과를 報告하였다.

貯藏 花粉의 活力을 檢定하기 위한 器內 發芽 研究에서는 植物에 따라, 貯藏 濕도와 溫度 等 貯藏環境 變化가 花粉의 活力을 크게 좌우하였다는 報告가 있다. 69. 122. 174) Visser¹⁷¹⁾는 사과와 배의 花粉을 10% 濕度로 2 ~ 4°C에서 7개월 동안 貯藏한 花粉은 發芽와 花粉管 伸長이 증가되었고, 花粉管 破裂도 減少되었다고 發表하였다. 脇坂¹⁷²⁾는 濕度 50 ~ 70%, 溫度 0 ~ 15°C 조건에서 배와 감의 花粉은 1 ~ 2주 동안 貯藏이 가능하다고 하였고, Nebel 과 Ruttle¹¹⁹⁾는 사과 花粉의 활력은 2 ~ 8°C 溫度와 80% 相對濕度에서 1주일 이상 유지되었음을 밝혔다. 花粉을 低 溫下에서 貯藏할 경우에는 장기간 活力을 유지시킬 수 있는데, Akihama 等⁴⁾은 복숭아의 花粉을 -20°C에서 凍結 乾燥시키면 9년이 지난 後에도 높은 發芽率을 보였다고 하였다. Lee 等⁹⁵⁾은 jojoba 花粉을 貯藏 할 경우 室溫 22 ~ 25°C 에서 3週 後에는 50%로 活力이 감소되었고, 10週 後에는 완전히 상실되었으나, 4°C에서는 10週동안, -196°C인 液體窒素에서는 2년동안 活力이 유지되어 人工授粉 時 정상적으로 着果가 이루어졌다고 하였다. Crane 等³⁰⁾은 pistachio의 花粉을 室溫에 방치한 경우 3 ~ 4일 만에 活力이 상실됨을 알았으며, Polit 와 Luza¹³⁹⁾도 室溫에서 1주 후 發芽率이 6% 이내였고, -20°C에서 12개월 貯藏된 花粉도 發芽力이 급격히 低下되었다고 報告하였다. 그런데 Marquard¹⁰²⁾는 Pecan의 花粉을 -20°C에서 30개월 貯藏한 경우 malate dehydrogenase(MDH)와 phosphoglucose isomerase(PGI)의 酵素 活性과 安定性이 본래대로 維持되었다고 發表하였다.

植物에서 自家不和合性(self-incompatibility)이란 花器의 구조에는 이상이 없어도 自家授粉이 이루어 졌을때 種子가 형성되지 못하는 현상¹⁶²⁾이라고 定意 된 용어가 현재까지도 널리 쓰여지고 있고, 실제로 植物에서의 自家不和合 system은 自家授粉을 방해하고, 他殖性을 촉진시키면서 植物 種內的 遺傳的 變化를 증진시킨다는 사실이 몇몇 學者들에 의해 發表되었다. 41. 97) 植物群內 自家不和合性的의 분포에 대해서 East⁴¹⁾는 44目的 被子植物에서 800種을 연구하여 이중 19目에서 自家不和合을 관찰할 수 있었고, 顯花植物에서는 적어도 3,000種이상이 自家不和合이라

고 推定하였다. Brewbaker²³⁾도 被子植物 71科 600屬중에서 250屬이상이 自家不和合性이라고 발표하여 被子植物 상당수가 自家不和合을 일으키고 있음을 보여주고 있다. 한편 栽培種 사이에는 가끔 僞和合으로 인하여 不和合 여부를 판단하는데 어려움이 있지만 野生種보다는 적은 비율이며, 栽培種사이 또는 近緣野生種사이에는 耐病性, 抵抗性 및 早生性 등의 주요 遺傳的 特質을 轉移시키기 위하여 自家不和合이 이용된다고 하였다.¹²⁰⁾ 自家不和合 system은 孢子體 system (sporophytic system) 과 配偶體 system (gametophytic system) 으로 구분되며 최근에는 이 두 type을 중심으로 自家不和合에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.^{61, 111, 136)}

李⁹⁶⁾는 花粉의 細胞單位, 크기, 모양, 표면 무늬, 極性, 發芽口의 形態, 갯수, 분포 그리고 벽의 層上 構造 등이 分類群에 따라 아주 다양하며 花粉 形態에 의해서 屬 또는 種까지의 동정이 가능하며, 花粉學的 類緣關係를 파악 할 수 있다고 하였는데 실질적으로 花粉表壁(exine)의 특징, 형태, 크기, 구멍(pore)의 유무를 SEM (Scanning Electron Microscope)을 통하여 果樹의 clone과 種을 분리하는 많은 研究가 發表되었다. 즉 Grant⁵⁶⁾는 표면무늬 자체로서는 *zea mays*의 亞種 사이를 구분할 수 없다고 하였고, Parthasarathy¹³³⁾는 SEM을 이용하여 야자 5種의 花粉외벽의 特徵을 觀察하였으나 차이점이 없었다고 하였다. 그러나 Martens와 Fretz¹⁰³⁾는 花粉의 크기, 모양, 무늬형태 등 花粉의 외관 조사로 crab-apple을 8種으로 分類하였고, Smit¹⁵⁸⁾는 *Quercus*의 여러 Eurasianic 種에서 花粉 표벽무늬의 주름을 토대로 常綠性과 落葉性 사이의 차이점을 發表하였다. 또한 포도 花粉의 形態的 研究^{2, 5, 99, 100, 101)}에서도 SEM과 LM(Light Microscope)은 品種을 구분하는 分類學的 수단으로 이용하였으며, 이외에도 복숭아, 사과, 배, plum, nectarin, pecan 등의 果樹에서도 SEM과 LM을 이용하여 品種間 花粉의 形態的 차이점이 보고되었다.^{46, 47, 124, 167, 176, 177)} 이와 같이 SEM과 LM을 이용한 花粉의 形態的 研究는 植物의 分類와 栽培되고 있는 園藝作物의 品種分類에 있어서 花粉은 外벽이 sporo pollenin이라는 견고한 物質로 되어 있고, 遺傳的으로 안정되어 있으므로^{29, 105, 106)} 種의 分類에 이용되고 있다. 한편 花粉粒의 표면구조와 不和合의 관계는 아직 명확하게 밝혀진 사실은 없지만 異形蕊 自家不和合性인 경우 *Jepsonia parryi*¹²⁷⁾, *Limonium* 과 *Linum grandiflorum*³⁹⁾ 등의 식물에서 花粉粒의 微細構造와 不和合과의 관계에 대해서 연구되었으며, Dickinson 과 Lewis^{36, 37)}, Dickinson 과 Bonner³⁸⁾는 *Raphanus* 와 *Linum grandiflorum*의 自家不和合의 요인은 進化된 花粉粒의 微細構造 때문이라는 가능성을 제시하였고, Ferrari 와 Wallace⁴⁵⁾, Peacock¹³⁶⁾, Roberts 等¹⁴⁴⁾은 花粉壁에 不和合 認知 蛋白質이 內包되었다는 사실을 확인하였다.

細胞學的인 면에서 自家不和合성은 雄性生殖器官인 花粉과 雌性生殖器官인 암술

과의 사이에 不和合이 發現되는 부위에 따라 1)花粉이 發芽하지 못하거나 發芽하더라도 柱頭를 통과하지 못하는 柱頭型, 2) 柱頭를 통과한 花粉管이 花柱內에서 伸長이 억제되는 花柱型, 3)花柱를 통과하여 子房까지 도달한 花粉管이 受精되지 못하는 子房型 등 크게 3 type으로 分類^{148, 170)}되는데, Knox 等⁸⁸⁾은 이를 細分化하여 11단계로 구분시켰다. 이와같이 柱頭에서 子房까지의 花粉發芽와 花粉管伸長을 生理的이고 解剖學的인 面에서 관찰되는 경우 花粉管의 callose를 螢光染色하는 anilin blue fluorescence (ABF) 方法이 활용되고 있는데, Dumas 와 Knox⁴⁰⁾은 여러 학자들이 發表한것을 토대로 다양한 方法을 소개하였다. 이 ABF방법을 이용하여 Webster 等¹⁷⁵⁾은 自家不和合性이지만 주로 他家授粉을하는 scarlet runner bean의 生殖系統을 他家授粉시켰을 때의 形態的 특징을 조사하였고, Asami 와 Hayami¹⁰⁾는 自家 및 他家授粉시킨 일본배의 花柱에서 花粉管 伸長率을 조사하였으며, Perez 와 Moore¹³⁷⁾도 prunus에서 in vivo 와 in vitro에서 花粉管 伸長率을 비교하였으며, Martinez-Tellez 와 Crossa-Raynaud¹⁰⁴⁾도 雄性不稔과 雄性可稔의 prunus 品種 사이의 受精過程을 조사하여 報告하였다. Pimieta 等¹³⁸⁾은 Almond의 Nonpareil 品種에서 自家 및 他家授粉을 행하여 柱頭에서 花粉 發芽와 固着力, 花柱에서 花粉管 頻度を 調査하였으며, Matsubara¹⁰⁹⁾는 自家不和合性的 Raphanus를 高溫處理法에 의한 花粉 發芽와 花粉管 伸長을 SEM을 이용하여 觀察하였고, Wetzstein 과 Sparks¹⁷⁷⁾는 人工授粉을 실시한 pecan에서 顯微鏡을 통하여 花粉과 柱頭간의 反應을 調査하였다. Lange⁹⁴⁾와 Miwa¹¹⁵⁾는 柑橘의 自家不和合性を 顯微鏡에서 觀察한 결과를 各各 發表하였다. 한편 花粉管이 子房까지 伸長되는 경우 Kenrick 와 Knox⁸⁵⁾가 *Acacia retinodes*에서 花粉管이 胚珠까지 伸長되는 것을 관찰하여 *A. retinodes*의 自家不和合성은 花粉管이 珠心에서의 發育停止, 受精過程에서의 障礙, 受精後 致死遺傳子の 작용때문이라고 推定하였다.

自家不和合性的의 生化學的인 연구는 *Lilium longiflorum*에서 Desborough 와 Peloquin³³⁾이 電氣泳動法을 이용하여 自家 및 他家授粉된 4품종에서 蛋白質과 esterase의 變化를 조사하였고, Li 와 Tsao⁹⁸⁾는 noncovalently bound proteins이 不和合性에서 수반되어진다고 發表하였다. Kamboj 와 Jackson⁸⁰⁾은 *Petunia hybrida*의 花柱와 花粉의 蛋白質을 分子量과 等電點에서 비교하였다. *Nicotiana glauca*의 自家不和合성은 花柱內의 S-allele와 相關이 있는 glycoprotein이 ribonucleases (RNAses)이며 이 RNAses가 花粉管內에 침투하여 花粉管 RNA를 감소시킨 결과로 花粉管 伸長이 정지된다는 사실이 최근 보고되었다.^{57, 112)}

한편 십자화과인 *Brassica*의 自家不和合성은 柱頭에서 花粉 發芽가 억제되고 있는데, Sedgley¹⁴⁹⁾는 柱頭同形接合(homozygote)에서의 specific S-protein이 異形接合(heterozygote)보다 2배가 많이 함유되었다고 하였고, Hinata 등⁶⁸⁾도 柱頭에

서의 S-glycoproteins와 같은 S-specific substances는 花柱, 子房 및 藥에서 발견할 수 없었다고 報告한 이외에도 柱頭상의 S-glycoprotein이 自家不和合 發現에 매우 밀접한 관계가 있음을 立證하는 研究는 계속되고 있다.74.164) 또한 柱頭상의 S-specific protein은 여기에 encoding 되어진 遺傳子에 대한 研究50.93.118.123) 와 S-locus glycoproteins과 S-locus receptor kinase와의 관계를 立證하려는 試圖 55.173)가 계속되고 있다.

自家不和合성은 S-gene 에 의해 결정된다는 遺傳學的 研究는 Bateman¹⁴⁾이 自家不和合 system을 遺傳子 活動에 의해 胞子體 自家不和合과 配偶體 自家不和合의 두 가지 type으로 定立한 이후, S-allele가 自家不和合에 關與하고 花粉管 伸長을 조절하는 regulator라는 개념이 널리 알려져 있다.6.110.143) 이 遺傳子 개념을 酵素와의 관계에서 遂行된 研究 結果 *Nicotiana glauca*에서 不和合을 조절하는 S-allele의 發現에 peroxidase 酵素가 隋伴된다는 사실을 電氣泳動法에 의해서 확인한 Pandey¹²⁸⁾가 그 假說을 제시하였는데, 이 假說은 Bredemeijer 와 Blass²¹⁾, Bredemeijer^{18.19.20)}에 의해 확인되어 S genotype 과 peroxidase와의 관계를 立證하였다.

Esterase酵素인 경우 Kahler 와 Allard⁷⁹⁾가 barley 幼苗의 幼芽組織에서 7개의 loci에 의해 지배를 받는 21개의 esterase band를 발견한 것은 esterase 酵素가 遺傳子座와 關聯이 있음을 立證한 것인데 自家不和合성과 esterase가 關聯된 研究로서는 Desborough 와 Peloquin³³⁾이 *Lilium longiflorum*에서 自家 및 他家授粉되어진 4품종에서 蛋白質과 함께 esterase pattern의 변화를 발표하였고, Pandey^{129.130)} 도 *Lilium* 과 *Nicotiana*의 花柱에서 不和合 打破와 관계된 연구에서 esterase가 不和合과 關聯이 있음을 暗示하였으며, Bredemeijer¹⁸⁾는 *Nicotiana glauca*의 花柱 및 營養組織에서의 peroxidase 와 esterases는 窮極的인 관계가 있다고 發表하였다.

材 料 및 方 法

1. 웨이조아의 生育 特性 調査

우리나라에 導入된 이후 10여년이 지나도록 一般 栽培가 이루어지지 않은 웨이조아를 濟州道와 일부 南海岸 地域에 植物學的 特性을 認識 시키고, 과실의 國內 紹介와 大衆的인 果實로서의 定着 可能性을 檢討하기 위하여 本 研究를 다음과 같이 遂行하였다.

實驗 材料는 濟州大學校 亞熱帶農業研究所 試驗圃에 1985년 4월 定植된 웨이조아의 Mammoth, Triumph, Robert, Coolidge 등 4품종을 供試하여 줄기, 잎, 꽃 및 果實의 植物學的 特性을 栽培的인 面에서 調査하였다. 줄기는 當年에 伸長된 것에서 形態, 頂端部로 부터의 分枝 상황, 分枝 角度를 調査하였다. 잎의 特性은 當年 봄에 자란 春枝의 잎을 품종당 100개씩 따서 葉長, 葉幅, 葉形指數 및 葉面積을 測定하였다. 그리고 vibrator를 사용하여 60 μ m의 두께로 잎의 橫斷面을 切斷하여 顯微鏡下에서 섬모의 밀생상태를 관찰하였다. 서로 다른 계절에 자란 잎의 特性을 알 고자 Mammoth품종을 대상으로 春枝, 夏枝 및 秋枝上의 잎을 조사하였다. 春枝와 夏枝사이, 夏枝와 秋枝사이의 잎과 節間은 上部와 下部 各 2마디의 것을 測定하였다.

꽃은 開花直前부터 開花後 6일까지의 形態의 變化를 관찰하였다. 開花期는 1그루 당 10개씩 총 100개의 結果母枝에서 나온 結果枝의 1番花가 30%開花한 때부터 2番花가 70%開花한 때까지의 期間으로하였다. 環境要因中 授粉과 受精에 밀접한 관계가 있는 日照時間, 日照率 및 降水量은 1986년도부터 1992년도까지 6월 上旬과 中旬의 氣象을 西歸浦 氣象觀測所의 資料를 引用하여 開花期와 比較하였다.

果實의 特性調査는 11월 初旬에 收穫한 Mammoth품종의 果實을 대상으로 실시하였는데 가로와 세로로 切斷한 후 內部의 形態를 관찰하였고, 果重에 따른 果肉含量, 種子數, 石細胞層의 두께 및 糖度 等を 500개의 果實에서 조사하여 平均值로 산출하였고 相關關係도 조사하였다.

2. 花粉 發芽에 관한 研究

本 實驗은 Mammoth 品種의 花粉을 供試하여 濟州大學校 亞熱帶農業研究所 組織培養室에서 表 1의 方法으로 遂行하였다.

Table 1. Outline of experimental designs.

lot No.	Treatment	Variables	Medium composition
1	Temperature	15, 20, 25, 30, 35, 40 °C	1% Agar 3% Fructose, pH 4.5
2	Kind of sugar and concentration	Sucrose, Glucose, Fructose. 0, 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30%.	1% Agar pH 4.5
3	pH	3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0.	1% Agar 3% Fructose
4	Humidity	100, 98, 92.5, 88.5, 82, 74, 55%.	1% Agar 3% Fructose pH 4.5
5	Storage tem. and duration	Room tem. (22 ~ 25 °C), 0 °C, -25 °C. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 weeks.	1% Agar 3% Fructose pH 4.5
6	Boric acid	1, 2, 5, 10, 50, 100, 200, 500, 1000 mg/l	1% Agar 20% Sucrose pH 5.5
7	Varieties	Self-compatibility Gemini Apollo Coolidge Self-incompatibility Triumph Mammoth Robert David	1% Agar 3% Fructose pH 4.5

Table 2. Relative humidity values over saturated with compound.

Compound	Relative humidity
K ₂ Cr ₂ O ₇	98.0(%)
KNO ₃	92.5
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	88.5
AgNO ₃	82.0
NaNO ₃	74.0
Glucose	55.0

相對 濕度 100%를 유지하기 위하여 petri dish에 Toyo filter No.2를 2매 깔고 蒸溜水로 飽和시킨 후 parafilm으로 密封하였다. 그 외의 濕度는 Winston과 Bates¹⁷⁸⁾가 紹介한 方法(表 2)으로 하여 petri dish를 parafilm으로 密封하고, 調製한 후 3일간 25°C 恒溫室에 두었다가 사용하였다.

花粉은 寒天 培地가 묻어 있는 slide glass에 置床하여 蒸溜水로 충분히 적셔진 Toyo filter paper No.2 2매가 담겨 있는 직경 12cm의 petri dish에 넣어 뚜껑을 덮은 후 25°C의 恒溫을 유지 시켜 2時間, 4時間, 6時間 동안 培養하였다. 培養이 끝난 花粉은 anilin blue로 染色하고 顯微鏡下에서 micrometer를 사용하여 計測하였다. 發芽率은 임의로 선정된 3 scope상의 花粉을 대상으로 조사하였고, 花粉管은 花粉粒子 直徑 以上 伸長한 것을 發芽된 것으로 간주하였다. 각 처리구의 slide glass는 3반복 완전 임의 배치법으로 배치하여 반복의 평균치로 계산하였다.

3. 自家不和合성에 관한 研究

1) 自家 및 他家授粉에 의한 結實量 調査

自家授粉 및 他家授粉된 꽃의 結實 關係를 알아보기 위하여 濟州大學校 亞熱帶農業研究所에 栽植된 웨이조아 品種 중에서 自家不和合性인 Mammoth의 꽃 1000花를 사용하여 핀셋으로 除雄시킨 후 500花는 自花授粉을 나머지 500花는 他花 (Robert 花粉) 授粉을 시켰다.

모든 꽃에 授粉은 오전 9시에서 11시사이에 授粉 시켰으며 生育 調査는 授粉후 150일이 지난 다음 採取하여 調査하였다.

2) 走査電子顯微鏡을 이용한 花粉의 形態的 觀察.

本 研究는 濟州大學校 亞熱帶農業研究所와 濟州道 農村振興院 實驗園에 栽植된 8 年生 韃이조아의 自家和合性인 Apollo, Gemini 와 COOledge를, 自家不和合性인 Triumph, Mammoth, David 및 Robert 等 7品種 花粉을 供試 材料로 使用하였다.

花粉의 採取는 開花前의 꽃봉오리를 各 品種별로 100화씩 採取하여, 常溫에서 開 藥시킨 후 유산지에 花粉을 떨어져 그림 1과 같이 Crang 과 Millay³¹⁾가 紹介한 方

Acetolysis technique

Anthers in centrifuge tube with 5ml glacial acetic acid

Centrifuge for 5 minutes, pour off

Acetolysis mixture (9 parts acetic acid anhydride to
1 part conc. sulfuric acid)

Water bath boiling (15 minutes)

Centrifuge for 5 minutes, pour off

Acetic acid

Tube mixer (shake vigorously)

Still wire (0.14 mm²)

Centrifuge for 5 minutes, pour off

5% KOH boiling (5 minutes)

Centrifuge for 5 minutes, pour off

Distilled water : Etanol (3 : 1)

Centrifuge for 5 minutes, pour off

Tube upside down or for SEM (70% ethanol)

Fig. 1. Acetolysis procedure modified from Crang, R. E. and M. A. Millay.³¹⁾

법을 일부 變形한 醋酸分解過程 (acetolysis)을 거쳐 檢鏡前까지 70% ethanol에 보관하였다. 보관된 花粉은 走査電子顯微鏡으로의 관찰을 위해서 ion sputter(JEOL, JFC-1100E)를 사용하여 7mA로 1분30초 동안 Gold를 coating하고 走査電子顯微鏡(JEOL, JSM-T220A)으로 觀察하였다.

走査電子顯微鏡 관찰은 花粉 전체의 形態的 모양은 5,000배에서 極直徑, 赤道直徑을 計測하였고, 표면 무늬는 15,000배에서 發芽口의 크기, 細胞壁 두께, 주름의 形態등을 각 品種별로 비교 조사하였다.

3) 암술대에서의 花粉管 伸長

Mammoth 品種을 供試하여 나무위의 꽃 500개를 핀셋으로 除雄시킨 후 250개는 自家授粉 시켰고, 나머지 250개는 Coolidge의 花粉으로 他家授粉 시켰다. 授粉된 모든 꽃은 다른 花粉에 의한 授粉을 방지하기 위하여 종이봉지를 씌웠으며, 授粉된 꽃들은 授粉後 3일, 4일, 5일, 6일, 7일이 지난 다음 採取하여 FAA (formalin : acetic acid : alcohol = 10 : 5 : 85) 溶液에 固定시켜 저장하였다. 檢鏡을 위한 花柱는 基部를 가로와 세로로, 子房은 세로로 vibrator를 사용하여 80 μ m로 切斷하여 관찰하였다. 柱頭는 4N의 NaOH에서 8시간 동안 軟化 시킨 후 squash하여 관찰하였다. 檢鏡을 위한 染色은 다음과 같이 하였다.

95% ethanol에서 10분간 끓임 → acetic - alcohol(1:3)에서 24시간 浸漬 → 水洗 → 85% lactic acid에서 끓임 → 水洗 → anilin blue 染色 → 檢鏡

4) 子房抽出物 添加 培地에서의 花粉 發芽

自家 子房抽出物과 他家 子房抽出物을 寒天 培地에 添加하여 花粉 發芽와 花粉管 伸長의 차이점을 조사하기 위하여 본 實驗을 遂行하였다. 自家和合性 品種인 Coolidge와 自家不和合性인 Mammoth 品種을 供試하여, slide glass상의 培地(寒天 1%, 果糖 3%, pH 4.5)가 굳은 후 花粉을 置床하기 전에 子房抽出物을 첨가하는 方法과, 花粉을 置床하여 2시간이 지난 다음에 子房抽出物을 첨가하는 方法으로 구분하여 遂行하였다. 子房은 開葯 前의 子房에서 抽出物을 채취하였고, 抽出物 添加는 각 品種의 花粉이 自家 및 他家 條件이 되도록 하였으며, 生育調査는 子房抽出物 처리 후 2시간, 4시간, 6시간이 지난 다음에 실시하였다. 기타 培養條件과 生育調査 方法은 花粉 發芽 實驗과 같다.

5) 等電點 電氣泳動法에 의한 子房內 蛋白質과 酵素의 分離 比較

自家花粉의 花粉管이 柱頭와 花柱를 통과하고, 子房까지 伸長하여 胚珠와 만나는 상황이 관찰됨에 따라, 自家 및 他家授粉된 子房內의 蛋白質과 酵素(peroxidase, esterase)에서 차이가 있는지를 알아보기 위하여 電氣泳動을 遂行하였다. 自家不和合性 品種인 Mammoth를 對象으로 授粉 直前의 꽃과 自家 및 他家授粉(Coolidge花粉 사용) 후 3, 6, 9, 12일이 지난 다음 授粉 方法에 따라 각 50개의 꽃을 採取하여 子房만 취한 후 -55°C 에서 冷凍 보관하였다. 子房과 比較하기 위하여 營養器官인 잎과 줄기도 동일하게 채취하여 冷凍庫에 보관하였다. 子房 50개(잎과 줄기는 5g)를 4°C 조건의 乳鉢에서 50mM의 Tris-HCl buffer (Ethylendiamine tetra acetic acid 5mM, 1,4-Dithiothreitol 1mM과 Polyvinyl- polypyrrolidone 2% 添加)와 함께 5분간 粉碎한 후 4°C 에서 $14,000\times g$ 으로 遠心分離 후 上등액을 얻었으며 사용전까지 -25°C 에 저장하였다. 等電點 電氣泳動에 사용된 gel은 LKB회사의 polyacrylamide gel (pH 3.5 ~ 9.5)을 사용하였다. 遠心分離 후 冷凍 보관된 上등액 20 μl 를 1200V 40mA의 조건에서 6시간 동안 10°C 조건에서 電氣泳動시켰다. 蛋白質의 分離樣相을 보기 위한 gel의 染色은 0.2% Coomassie Brilliant Blue R에서, peroxidase와 esterase는 Vallejos¹⁶⁹⁾의 紹介 方法에 따라 peroxidase는 1M의 Na Acetate 50ml, Metanol 50ml 와 3,3',5,5'-Tetramethylben zidine 50mg이 混合된 溶液에서, esterase는 0.1M의 Na Phosphate 100ml, 1%의 α -Naphthyl butyrate 3ml와 Fast Blue RR Salt 100mg이 混合된 溶液에서 各各 染色을 실시하였다.



結果 및 考察

1. 웨이조아의 生育特性 調査

1) 줄기의 特性

調査結果 봄에 자란 줄기의 葉腋에 果實이 着果된 후에도 그 줄기가 계속하여 자라는 경우가 많은데 대체로 樹勢에 따라서 또는 원줄기의 勢力에 따라서 다음과 같은 4가지 형태를 나타내었다. ①着果된 후에도 夏枝와 秋枝가 계속 伸長하는 경우 ②着果 후 春枝만 伸長되고 夏枝와 秋枝는 나오지 못하는 경우 ③春枝와 夏枝는 자랐으나 秋枝가 자라지 못하는 경우 ④春枝위에 夏枝가 자라지 못하였다가 秋枝가 자라는 경우 등이었다(그림 2). 대체적으로 春枝에 着果 되지 않았을 경우 夏枝와 秋枝가 계속 發生되었으며, 着果된 경우에는 夏枝와 秋枝가 發生되는 현상이 매우 드물게 관찰되었는데 이 경우 가지의 勢力이 약함을 알 수 있었다. 果實의 품질이 우수하고 健實한 結果母枝가 發生되는 경우는 ③과 ④의 形態인데, ④의 경우 秋枝의 生育後期에 蟲害에 의한 頂端部 枯死로 이듬해에 勢力이 약한 多數의 分枝가 생기는 현상이 있었다(그림 3).

品種別로 원줄기에서 나온 가지의 角度를 調査한 結果 (表 3) Mammoth 품종이 供試한 4품종중 가장 커서 58.3°를 이루었으며, Robert, Triumph, Coolidge 順으로 좁았는데 이는 Mammoth품종의 樹冠 形態가 다른 품종에 비하여 開張性이고, Coolidge품종은 다소 直立性임을 알 수 있었다.

Table 3. A branching angle of *Feijoa sellowiana* Berg. varieties.

Varieties			
Mammoth	Triumph	Robert	Coolidge
58.3° a ^{z)}	53.7° b	55.4° ab	52.8° b

^{z)} Means separation within columns by Tukey's LSD test, $P = 0.05$.

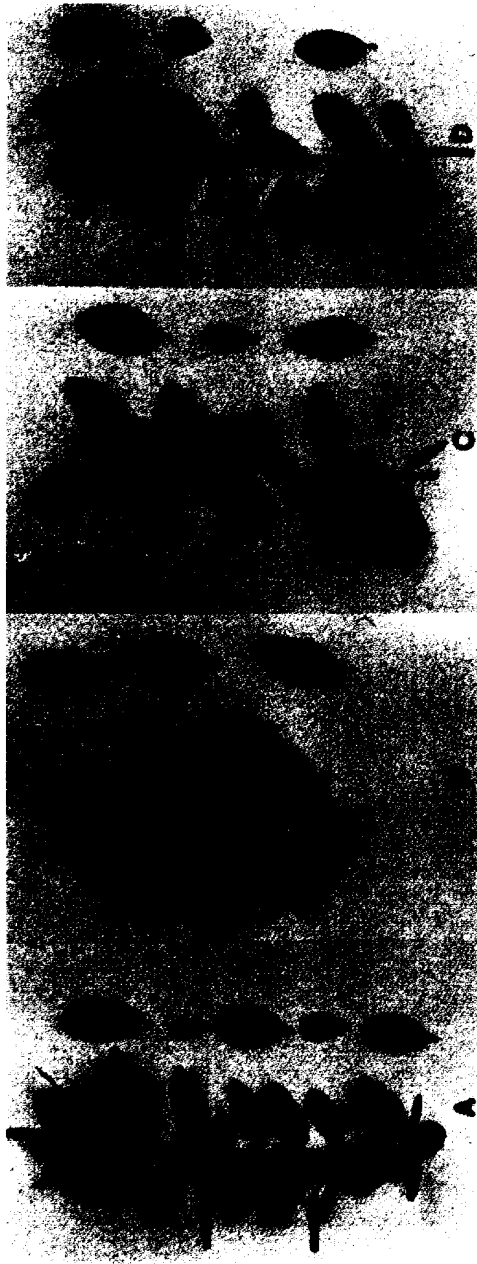


Fig. 2. Types of growth stage for fruiting branch at growing period in one year, and a shape of leaves then growth resting stage (→) on Feijoa stem.

- A : Spring shoot with summer and fall shoot,
- B : Spring shoot only,
- C : Summer shoot from spring shoot,
- D : Fall shoot from spring shoot.



Fig. 3. Patterns of branching on fall shoot from shoot apex of summer shoot on Feijoa stem.

- A : Normal branching,
- B : Abnormal branching, which developed following decapitation of shoot apex caused by wounding.



Fig. 4. Variations of branching in one branch of Feijoa variety 'Mammoth'.

- A : Normal (with 2 leaves),
- B : Abnormal (with 3 leaves),
- C : Abnormal (With 2/5 phyllotaxis).

Mammoth品種인 경우 1개의 원가지 위에 葉序가 다른 가지가 자주 發生하였다(그림 4). 정상적인 對生枝(그림 4-A) 외에, 한 마디에 3개의 葉이 着生되거나(그림 4-B), 2/5의 互生葉序를 가진 (그림 4-C) 變異性 가지가 관찰되었다. 이는 가지의 變異性이 크다는 것을 짐작할 수 있었는데 이러한 것이 濟州道의 環境的 影響 때문인지 또는 이 品種은 어느곳에서나 흔히 나타날 수 있는 현상인지 그 原因에 대해서는 持續的인 調査가 필요하다.

일반적으로 韃靼의 發芽는 柑橘類보다 약간 늦어서 4월 上旬에 萌芽가 시작되어 5월 上中旬에 展葉되며, 5월 中下旬頃 新梢가 5 ~ 6cm정도 되었을 때 新梢基部의 葉腋에서 花蕾를 관찰 할 수 있는데, 前年枝의 先端 3 ~ 5芽는 結果枝가 발생되나 그 이하의 芽(芽)은 發育枝가 된다. 또한 新梢의 자람은 7월 下旬까지 계속되었는데 보통 7월 下旬頃까지는 自己摘心을 하며, 樹勢가 旺盛하면 7월 中下旬 부터 夏枝의 發生이 시작되고, 9월 初旬부터 秋枝가 나오기 시작하여 11월 下旬까지 계속된다^{48, 81, 131, 163, 168})고 알려져 있다. 가지의 伸長에 대하여 Kukava⁹⁰)는 舊 소련의 kolkhida 地方인 경우 新梢伸長이 1년에 11 ~ 23cm 자랐는데 여름에는 休枝 狀態로 있다가 9월 ~ 10월에 2次 生長이 再開되었다고 報告하였고, Goliadze 等⁵⁴)도 16개의 栽培品種에서 두단계의 生育 peak와 休止期가 잘 구분되었다고 發表하였다. 濟州道 지방에서의 韃靼아 生育은 品種과 調査年度에 따라 다소 차이가 있지만 發芽期는 4월 상중순이고, 展葉期는 4월 하순 ~ 5월 중순이며, 新梢伸長量은 15 ~ 30cm라고 報告되어^{82, 83, 84, 159, 160}) 濟州道의 氣溫이 韃靼아 生長에 적합한 것으로 推定되었고, 本 實驗에서도 發育枝인 경우 生長 段階가 3段階로 이루어져 Goliadze 等⁵⁴)의 發表보다도 生育이 1단계 더 進전되어 生育이 旺盛함을 알 수 있었다.

2) 잎의 特性

各 品種別로 春枝의 잎을 葉長, 葉幅, 葉形指數 및 葉面積을 測定한 結果는 表 4와 같다. 葉長은 Coolidge품종이 가장 길어 5.52cm를 나타냈고, Mammoth품종이 4품종중 가장 짧아서 5.2cm였다. 葉幅인 경우에는 Mammoth품종이 가장 넓어 3.03cm 이고, Triumph품종은 2.68cm로 다른 품종에 비하여 좁음을 알 수 있었다. 이를 葉形指數로 살펴보면 Triumph품종이 2.00으로 다른 품종에 비하여 橢圓形이었고, Mammoth품종은 圓形에 가까웠다. 葉面積은 Coolidge품종이 12.74cm²로 가장 넓었고, Mammoth 12.12 cm², Triumph 12.06cm², Robert 11.72cm² 順으로 좁았는데 品種間 有意性은 認定되지 않았다.

Table 4. Leaf shape of *Feijoa sellowiana* Berg. varieties.

Varieties	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf shape index ^{z)}	Leaf area (cm ²)
Mammoth	5.20±0.6 ^{y)}	3.03±0.05	1.73	13.12±0.19
Triumph	5.43±0.12	2.68±0.08	2.00	12.06±0.4
Robert	5.37±0.08	2.96±0.07	1.83	11.72±0.51
Coolidge	5.52±0.1	2.94±0.07	1.92	12.74±0.59

z) Ratio of leaf length to leaf width.

y) Standard errors.

Mammoth 품종을 對象으로 春枝, 夏枝 및 秋枝의 잎을 測定한 結果에서 葉長과 葉幅은 夏枝의 잎에서 높은 數値를 보였고, 葉形指數는 春枝葉에서 2.02로 夏枝와 秋枝보다 높았지만 가지 종류별 有意差는 없었다. 葉面積은 葉長과 葉幅이 큰 夏枝의 잎보다 秋枝의 잎이 가장 넓고(13.54cm²), 春枝의 잎이 12.43cm²로 제일 좁았는데 이는 秋枝의 葉形態가 春枝와 夏枝의 葉形態와 다른데 기인하였다. 잎과 잎사이의 節間 길이는 夏枝에서 2.59cm로 가장 길었으며, 秋枝는 節間 길이가 2.21cm로 제일 짧았다(表 5). 줄기의 伸長은 계절이 바뀌면서 일단 停止되었다가 다시 시작하는 樣相을 보였는데 이 轉換期의 잎과 節間 길이는 현저히 작고 짧아서 정상적으로 伸長된 가지와 뚜렷이 구분되었다.

잎의 年齡에 따른 表面과 裏面, 그리고 葉脈을 중심으로 한 橫斷面을 顯微鏡에서 관찰한 結果는 그림 5와 같다. 表面의 경우 幼葉은 成葉보다 약간 연한 녹색을 띠며, 成葉은 진한 녹색에 광택이 뚜렷하다. 老葉인 경우는 광택은 뚜렷하나 녹색이 퇴색되기 시작하여 淡綠色을 띠고 있었다. 잎의 裏面은 成葉과 老葉에서 다소 그을음병 症상을 보이거나 이는 介殼蟲에 의한 것이 아니고 大氣中의 먼지가 纖毛에 부착되어 나타내는 현상으로 思料되었다. 橫斷한 잎의 裏面쪽을 보면 纖毛가 뚜렷하게 나타나 있는데 이 纖毛들에 의해 裏面 전체가 銀灰色으로 보였고, 主脈部位의 纖毛는 老葉이 될수록 차츰 없어지는 현상을 보였다.

福井⁴⁸⁾, 金子⁸¹⁾, 朴¹³¹⁾ 등에 의하면 웨이조아 잎은 對生되고 葉長은 5 ~ 7.5cm, 葉幅은 3cm정도의 卵狀 長橢圓形 또는 橢圓形으로 끝이 둥글거나 뾰족하며, 葉表面은 광택이 있는 革質의 濃綠色이고, 裏面은 짧은 纖毛가 밀생하여 銀灰白色

또는 銀白色을 띠는데 幼葉은 광택이 있는 軟綠色으로 짧은 털이 밀생된다고 하였다. 姜 等(82, 83, 84)과 宋 等(159, 160)은 濟州道 地方에서 자란 韃子조아 잎은 葉長 5.7 ~ 7.4cm, 葉幅 3.0 ~ 4.0cm이고 節間長은 1.5 ~ 3.1cm라고 報告하였는데 이는 本 實驗 과 비슷한 성적이라고 생각되며 濟州道 地方에서 韃子조아의 잎은 정상적으로 자라고 있음을 보여 주었다.

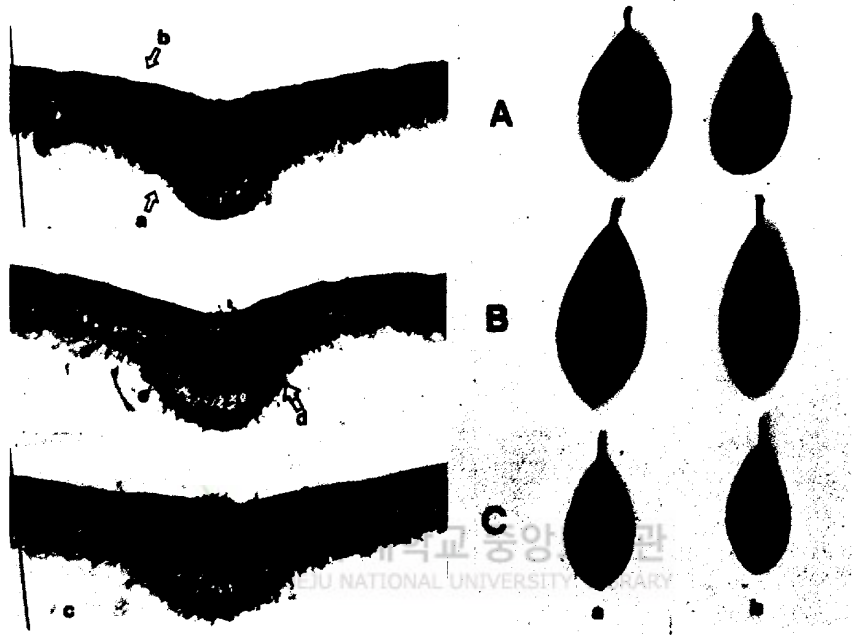


Fig. 5. Leaf morphology of abaxial, adaxial and transection based on leaf age of Feijoa leaves.

A : Young leaf, B : Mature leaf, C : Old leaf,
a : Abaxial, b : Adaxial, c : Cross section,
d : Hair, e : Main vein.

Table 5. Leaf shape on current shoot in 'Mammoth' of *Feijoa sellowiana* Berg. variety.

Leaf on shoot	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf shape index ^{z)}	Leaf area (cm ²)	Internode length(cm)
Spring shoot	5.73±0.09 ^{y)}	2.86±0.02	2.02	12.43±0.46	2.49±0.15
Summer shoot	5.84±0.15	2.95±0.06	1.96	12.94±0.19	2.59±0.25
Fall shoot	5.68±0.07	2.92±0.03	1.95	13.54±0.35	2.21±0.26
Between					
Spring & summer	3.81±0.15	2.01±0.06	1.89	7.17±0.28	1.52±0.14
Summer & fall	3.55±0.11	1.93±0.1	1.90	7.06±0.33	1.16±0.11

z) Ratio of leaf length to leaf width.

y) Standard errors.

3) 꽃의 特性

웨이조아의 꽃은 子房위에 雌蕊와 雄蕊를 갖추고 있는 兩性花이며, 4개의 花瓣을 가지고 있다. 花瓣의 길이는 4 ~ 5cm로 表面은 赤色이고 裏面은 白色인데 빛물에 의해 表面의 赤色素가 脫色되기도 하였다. 雄蕊와 雌蕊는 赤色을 나타내고, 藥은 처음에 黃色을 띠나 곤충에 의해 花粉이 제거되면 白黃色으로 되었다. 雌蕊가 雄蕊보다 1/3정도 더 길어 異形蕊的인 花器構造를 보였고, 1개의 雌蕊와 60 ~ 90개의 雄蕊가 花盤위에 위치하였다. 꽃은 開花한 후 2일째부터 花瓣이 안으로 말리면서 약간 밑으로 처지는 현상을 보였고, 4일째에는 일부 雄蕊가 脫落되기 시작하여 5일째에는 2/3가 脫落되었다. (그림 6).

文獻에 의하면 웨이조아 꽃은 直徑 4 ~ 5cm의 兩性花이고, 花卉는 4枚의 丹底形으로 內面은 淡紫色(紫赤色)이며 外面은 白色인데, 길이가 긴 雌蕊와 多數의 雄蕊는 선명한 赤色을 지니며 곧게 서 있다. 또한 雄蕊의 끝에는 黃色의 藥을 지니는데 많은 花粉을 함유하며, 花卉는 두껍고 甘味가 있어서 料理에도 이용된다고 알려져 있다. 48, 81, 131, 163, 168) 姜 等(82, 83, 84)과 宋 等(159, 160)도 濟州道에서 生育된 웨이조아에서 같은 結果를 報告하였다. 또한 福井(48)가 웨이조아 꽃은 雄蕊가 雌蕊보다 약간 길이가 짧으며, 開花時 炭水化物 소모가 크다고 하였는데 本 實驗에서도 上記 發表와 같은 花色과 크기의 꽃이 관찰되었고 花器가 異形蕊的인 構造를 보였으며, 雄蕊數는 꽃피는 시기에 따라서 60 ~ 90개임이 확인되어, 늦게 開花된 꽃일

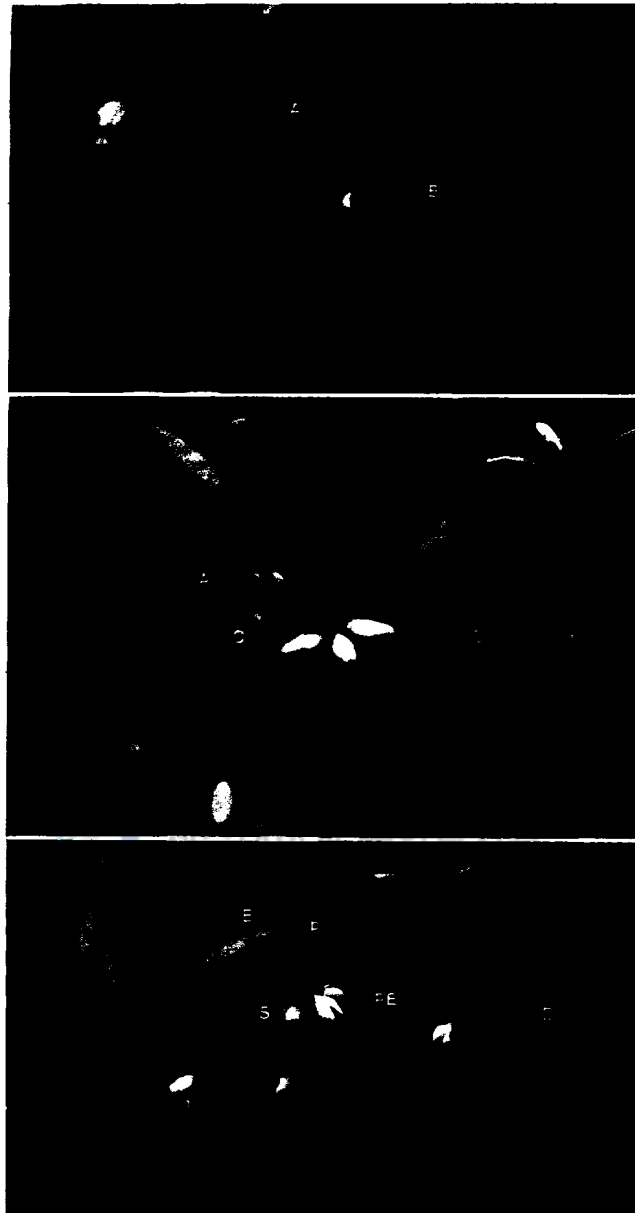


Fig. 6. Morphology and flowering order of Feijoa flowers.

A : Flower cluster, B : Immediately after flowering,
 C : 2 days after flowering, D : 4 days after flowering,
 E : 7 days after flowering,
 O : Ovary, PE : Petal, PI : Pistil, S : Staman.

수목 크기가 작고 雄蕊數가 적음을 볼 수 있었다. 이러한 것은 福井의 結果를 재확인 한 것으로 자람이 계속되는 가지와 受精이 이루어진 꽃 그리고 새로이 開花되는 꽃 사이에 養分競爭에 의한 結果라고 思料된다.

4) 開花 習性

前年度에 發生된 結果母枝 頂端部에 새가지가 자라나오면서 그 葉腋에 각 1개씩 2개의 花房이 着蕾되는데 이는 첫마디부터 4 ~ 5마디까지 계속된다(그림 6,7). 그러나 樹冠下部의 結果母枝와 生育狀態가 빈약한 結果枝에서는 2 ~ 3마디부터 1개의 花房만 着蕾되거나 전혀 着蕾되지 않고 新梢伸長만 계속하는 경우도 관찰할 수 있었다. 樹冠下部의 結果母枝에는 結果枝가 자라나오지 않고 그 結果母枝에 직접 結實이 이루어지기도 하였는데, 이런 경우 과실크기가 樹冠上部의 結果枝에 着果된 것보다 크고 果肉含量도 높았다(그림 8).

꽃은 첫째마디에서 開花한 후 4 ~ 6일 간격으로 다음 것이 開花되었다. 따라서 1개의 結果枝에서 開花가 완료되는데는 15 ~ 23일이 소요되었으며, 나무 전체의 開花期間은 30 ~ 40일이었으나 이는 地域 및 栽培條件 등의 영향이 클 것으로 보여 더 자세한 研究가 要求되었다. 結果枝에 着蕾된 꽃봉오리중 첫째마디의 봉오리가 30%정도 開花한 때부터 둘째마디의 봉오리가 70%정도 開花한 때까지를 優良果가 生成될 수 있는 開花期로 간주하여 각 품종별로 조사한 開花期는 表 6과 같다. 供試된 全 品種간의 開花期 차이는 3 ~ 4일 정도였는데, Triumph와 Robert가 Mammoth 품종보다 2 ~ 3일 일찍 開花하였고, Coolidge는 Mammoth보다 1 ~ 2일 늦게 開花하였다. 開花된 후 비가 오면 빗물에 의해서 花粉이 깨끗하게 씻기는 현상을 볼 수 있었다.

웨이조아의 開花期는 6월 上旬부터 7월 上旬까지인데 이기간에 장마前線이 北上하여 장마가 시작되었다. 1 ~ 2째마디의 花蕾가 開花하는 6월 上中旬의 氣象狀況을 1986 ~ 1992까지 7년간의 西歸浦氣象觀測所 資料를 토대로 分析(表 7)한 결과 이시기는 장마 초기의 현상으로서 3 ~ 4일 간격으로 흐리고 비오는 날씨를 보였으나 맑고 청명한 날도 많았다. 따라서 媒介昆蟲에 의한 自然授粉率이 높을 것으로 생각되며 한편 人工授粉도 큰 지장없이 할 수 있을 것으로 思料되었다.

웨이조아의 結果枝는 前년에 生長되어진 가지의 先端部에서 基部로 향한 몇개의 눈이 花芽分化되고 그 눈이 發生되어 結果枝가 된다고 보고되고 있다. 48, 81, 131, 163, 168) 따라서 꽃은 봄에 發生된 新梢 基部의 葉腋에 1 ~ 3節에 對生하는데 이는 柑橘이나 감 등과 같은 混合花芽로서 頂腋生花芽라고 생각된다.

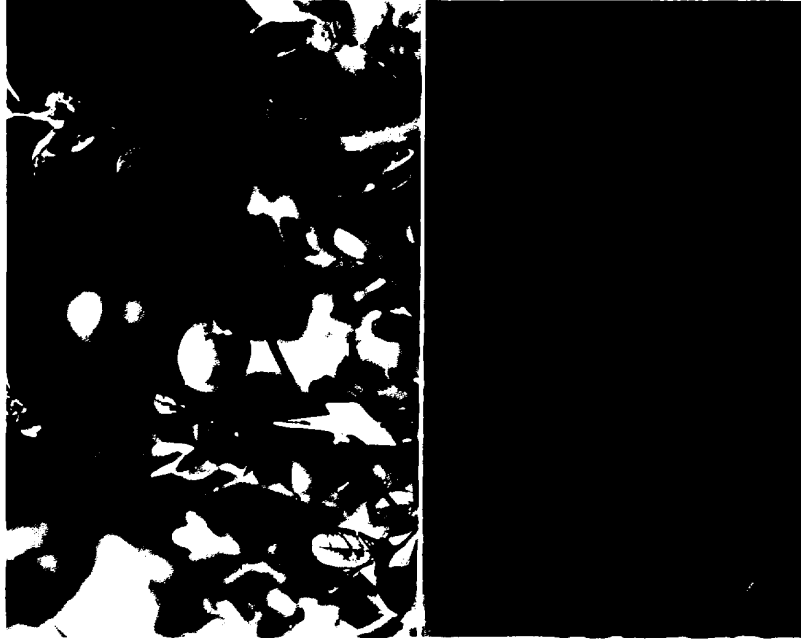


Fig. 8. Features of fruiting at bearing branch in Feijoa fruit.

- A : Fruiting upper part of tree crown,
- B : Fruiting inner part of lower tree crown.



Fig. 7. Conditions of full bloom stage in Feijoa.

Table 6. Flowering period of flower on first & second joint at fruiting branch of Feijoa varieties in 1990 ~ 1992.

Variety	Flowering period (Month, Day)		
	1990	1991	1992
Mammoth	6.7 ~ 6.13	6.5 ~ 6.12	6.7 ~ 6.13
Triumph	6.5 ~ 6.12	6.3 ~ 6.11	6.3 ~ 6.11
Robert	6.4 ~ 6.11	6.3 ~ 6.11	6.2 ~ 6.11
Coolidge	6.8 ~ 6.15	6.7 ~ 6.14	6.6 ~ 6.14

웨이조아의 開花期는 Italy의 Napolitan地方에서 5월 下旬 ~ 6월 上旬¹⁴⁶⁾, France에서는 6월 둘째주^{17, 67)}, New Zaland에서는 11월 下旬부터 開花가 시작되는 데 이는 초여름부터 여름철까지⁸¹⁾이며, 日本에서는 在來種 早生은 5월 中旬이지만 Coolidge 品種은 6월 12일¹⁸³⁾라고 報告되었다. 濟州道인 경우 6월 中旬이 滿開期로 報告^{82, 83, 84, 159, 160)}되었고, 또 本 實驗에서도 結果枝의 1 ~ 2번째 節間에서 開花되는 시기는 6월 初旬 ~ 中旬 사이로 調査되어 他國에 비하여 開花期가 늦지 않음을 알 수 있었지만 3번째 이상의 마디에서 開花되는 꽃은 빈번한 降雨에 의하여 花粉이 流失되어 授粉에 큰 지장을 가져왔다.

5) 果實의 特性

收穫前의 果實은 濃綠色으로 葉色과 구분이 어려웠으나 11월에 收穫된 果實은 다소 軟綠色을 띠었다. 果實을 세로와 가로로 切斷하여 관찰한 결과 그림 9와 같이 果實 内部에는 4 ~ 5개의 心室이 있으며, 心室内部에 jelly 狀의 果肉과 좁쌀크기의 種子가 들어 있었다. 果肉과 果皮사이에는 두꺼운 石細胞層이 形成되어 이것이 生食에 부담감을 주었다.

放任授粉으로 着果된 果實을 收穫하여 果實의 무게별로 果實内の 種子數, 果肉含量, 糖度 (°Brix) 등을 조사한 결과(表 8) 果重이 가벼울수록 種子數가 적었고, 果肉含量과 糖度も 낮은 數値를 보였다. 반면에 60g까지는 果重이 무거울수록 모든 調査項目의 數値가 증가하는 현상을 보여 種子數가 果實의 肥大에 크게 관여하는 것임을 알 수 있었다. 그런데 60g이상의 果實인 경우 種子數가 오히려 적어지고 그 결과 果肉 肥大가 부진하고 糖도가 낮아졌으며 石細胞層이 두꺼웠다.

Table 7. Data of weather conditions in the early and middle of June from 1986 to 1992 in Segwipo, Cheju. ^{z)}

Year	Conditions																					
	Day 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1986	Duration of bright sunshine (hr) ^{y)}	12.1	3.4	7.7	6.8	2.5	0.0	11.6	11.5	11.9	10.3	11.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	7.9	11.8	0.0	
	Percentage of sunshine (%) ^{x)}	85.2	23.9	54.2	47.9	17.5	0.0	81.1	80.5	82.2	72.0	78.3	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.6	69.2	82.5	0.0	
	Amount of precipitation (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	73.7	9.8	0.0
1987	Duration of bright sunshine (hr)	0.0	0.9	11.9	7.3	3.7	8.2	0.0	0.0	12.5	12.2	12.0	5.4	0.0	0.0	1.8	7.2	8.3	6.3	0.0	11.2	0.0
	Percentage of sunshine (%)	0.0	0.6	84.0	51.0	26.0	57.0	0.0	0.0	87.0	85.0	84.0	38.0	0.0	0.0	13.0	50.0	58.0	44.0	0.0	7.8	0.0
	Amount of precipitation (mm)	30.6	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	16.9	10.2	46.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4	0.0
1988	Duration of bright sunshine (hr)	0.0	5.0	12.2	12.7	12.8	11.7	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	4.6	12.8	5.3	10.0	0.9	2.9	3.7	4.9	4.3	0.0
	Percentage of sunshine (%)	0.0	35.2	85.9	89.4	89.5	81.8	0.0	32.9	0.0	0.0	0.0	32.2	89.5	37.1	69.9	6.3	20.3	25.9	34.0	29.9	0.0
	Amount of precipitation (mm)	84.8	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	2.2	18.8	2.9	43.7	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	Duration of bright sunshine (hr)	12.2	11.7	11.5	0.0	6.8	11.6	3.6	0.0	2.0	0.6	12.6	6.2	0.0	0.0	3.3	0.0	8.3	12.2	10.0	6.9	0.0
	Percentage of sunshine (%)	85.9	82.4	81.0	0.0	47.6	81.1	25.2	0.0	14.0	4.2	88.1	43.4	0.0	0.0	23.1	0.0	58.0	85.3	69.4	47.9	0.0
	Amount of precipitation (mm)	0.0	0.0	0.0	10.4	17.2	18.9	91.9	2.4	1.9	2.5	19.3	45.4	1.2	20.7	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	Duration of bright sunshine (hr)	0.0	12.4	3.5	2.1	12.7	12.6	11.1	0.0	12.9	8.0	11.3	0.6	6.3	1.9	0.0	12.1	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Percentage of sunshine (%)	0.0	87.3	24.6	14.8	88.8	88.1	77.6	0.0	90.2	55.9	79.0	4.2	44.1	13.3	0.0	84.6	89.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Amount of precipitation (mm)	1.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	34.7	0.0	0.0	0.0	1.8
1991	Duration of bright sunshine (hr)	0.3	0.0	2.1	1.1	0.0	5.1	10.8	1.6	0.0	1.2	0.0	0.0	2.4	6.0	0.0	6.0	10.4	2.3	0.0	7.4	0.0
	Percentage of sunshine (%)	2.1	0.0	14.8	7.7	0.0	35.7	75.5	11.2	0.0	8.4	0.0	0.0	16.8	42.0	0.0	42.0	72.7	23.1	0.0	51.4	0.0
	Amount of precipitation (mm)	1.4	3.9	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	24.4	4.9	2.0	0.2	102.2	38.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	6.5
1992	Duration of bright sunshine (hr)	11.8	11.8	9.5	0.0	1.4	0.0	10.9	6.7	7.5	4.5	10.1	11.9	8.5	0.0	10.5	6.0	10.5	11.3	11.6	11.4	0.0
	Percentage of sunshine (%)	83.1	83.1	66.9	0.0	9.8	0.0	76.2	46.9	52.4	31.5	70.6	83.2	59.4	0.0	73.4	42.0	73.4	79.0	80.6	79.2	0.0
	Amount of precipitation (mm)	40.3	40.3	1.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

z) A data of Segwipo meteorological observatory.

y) Sunshine duration is shown in tenths of hour, true solar time.

x) Percentage of possible sunshine is the daily total duration shown in percentage of possible daily total hours of sunshine.

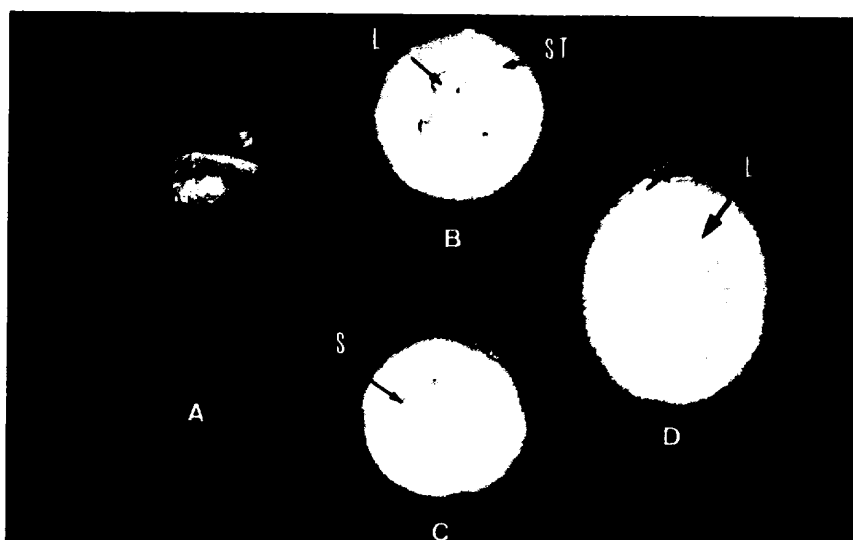


Fig. 9. Morphology of inner part of Feijoa fruit.

- A : Harvested fruit,
 B : Transection of fruit with 4 locule,
 C : Transection of fruit with 5 locule,
 D : Longitudinal section,
 L : Locule, S : Seed,
 ST : Stone cell layer.

Table 8. Fruit quality in different fruit weight of Feijoa var. 'Mammoth' harvested on 2 November 1991.

Fruit weight (g)	Means of fruit weight (g)	No. of seed (ea)	Pulp content (%)	Thickness of stone cell layer (mm)	Sugar content (°Brix)
Less than 10.0	7.48	14.3	13.65	4.51	9.86
10.1 ~ 20.0	16.58	27.05	20.40	5.03	11.62
20.1 ~ 30.0	27.12	46.55	25.80	5.30	13.91
30.1 ~ 40.0	34.71	60.35	28.35	5.67	14.39
40.1 ~ 50.0	44.13	70.50	27.10	6.51	14.65
50.1 ~ 60.0	53.45	112.71	28.43	6.86	14.54
More than 60.1	66.67	71.00	28.33	7.47	13.33

Table 9. Correlation coefficient between fruit qualities in Feijoa variety 'Mammoth'

	Fruit weight	No. seed	Sugar content	Thickness of stone cell layer
No. seed	0.700**			
Sugar content	0.659**	0.705**		
Thickness of stone cell layer	0.666**	0.324**	0.208*	
Pulp content	0.581**	0.673**	0.835**	-0.022

表 9는 수확된 Mammoth 品種의 과실 100개를 果重, 果肉含量, 種子數, 糖度 및 石細胞層간의 相關係數를 나타낸 것으로 果肉含量과 石細胞層間에는 有意性이 없었으나, 糖도와 石細胞層間에는 5% 水準의 有意성이 인정되었고, 나머지 要因間에는 高度의 正의 相關係가 성립되었다.

웨이조아 果實의 收穫期를 判定할 수있는 指標는 아직 없으나 福井⁴⁸⁾, 金子⁸¹⁾ 및 朴¹³¹⁾에 의하면 웨이조아 果實은 後期 生理的 落果가 시작되는 시기에 收穫을 하게되는데, 後期 生理的 落果와 夜溫은 不可分의 關係가 있어 이 시기의 夜溫은 10°C前後가 되고 이때 果實은 약간 軟綠色으로 변화되면서 成熟이 완료되며 收穫된 果實은 7 ~ 10일간의 追熟期間을 거치면 맛과 香氣가 매우 높다고 發表하였다. 한편 後期 生理的 落果의 시기는 대체적으로 10월 중하순부터 시작되므로 果實 收穫은 10월 하순부터 11월 중순까지라고 報告^{17, 67, 146, 182)}하였는데, 濟州道인 경우 果實의 熟期는 10월 하순부터 11월 중하순이라고 報告되고 있어^{82, 83, 84, 159, 169)} 濟州道에서 收穫되는 果實은 發育期間을 충분히 거친 상태라고 思料된다.

山本과 中村¹⁸²⁾은 果實 肥大가 9월까지는 완만하였으나 이후 현저하게 肥大된다고 하였고, Harman⁶²⁾, 朴 等¹³²⁾도 같은 結果를 發表하였다. 果實의 肥大發育에는 種子數와 相關係가 있다는 것을 Goladze 와 Tutberidze⁸²⁾가 發表한 이후 Patterson¹³⁵⁾은 웨이조아의 4품종에서 種子數와 果重, 種子數와 果肉發達間에 相關係가 있으며, 특히 Apollo품종인 경우에는 種子數와 果形間에도 相關係가 크다고

報告하였는데, 本 實驗에서도 種子數와 果重, 種子數와 果肉發達間에 有意性이 인정되어 種子數가 果實의 品質에 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 그러나 60g이상의 大果인 경우 種子數가 적고 石細胞層이 두꺼운 것은 大果 대부분이 樹冠 上層部의 果은 가지에 着果된 것으로 다른 것보다 早期에 着果되어 大果로 肥大 發育되었으나 上向枝와의 養分競爭으로 果肉이 충분히 發育하지 못하였을 것으로 思料되는데 이런 과실은 果面이 매우 거칠고 果皮色도 濃綠色 그대로였다. 또한 30g ~ 60g사이의 果實이 種子數는 많으나 충분히 肥大하지 못한 것은 自然 放任 狀態에서 開花期 後半인 6월 하순부터 7월 상순사이에 開花되어 受精이 不充分된 것으로 생각되며, 거의 畸形果적 현상을 보인 10g이하의 果實은 開花 末期에 部分적인 受精만 이루어졌으며, 또 충분한 肥大 期間을 가질수 없었기 때문이라고 思料되어 開花 初期에 人工授粉의 필요성이 認知되었다.

2. 花粉發芽에 관한 研究

1) 時間差 發芽와 伸長

3% 葡萄糖과 pH 4.5, 25°C의 恒溫에서 웨이조아의 花粉發芽와 花粉管 伸長을 조사한 결과는 그림 10, 11에서와 같다. 花粉發芽는 置床 4시간까지는 급속하게 높은 發芽率(1시간후 4.1%에서 4시간 후 43.2%)을 보였으나 4시간 이후에는 대체로 둔화되어 8시간 후에는 불과 8.79%만이 증가되었다. 花粉管的 伸長은 置床 후 5시간까지는 伸長速度가 低調하여 28.5 μ m/hr이나 이후에는 급속히 伸長하여 98.6 μ m/hr의 속도로 伸長되어 花粉 發芽率의 增加 趨勢와 花粉管的 伸長속도가 일치되지 않았으며 花粉管 伸長은 典型的인 二重 sigmoid곡선을 보였다.

2) 培養溫도의 影響.

培養溫度를 달리하였을 경우 花粉發芽에 미치는 影響은 그림 12와 같다. 15°C 처리인 경우 2시간까지는 전혀 發芽가 안되었고, 30°C까지는 溫도의 증가와 시간이 경과함에 따라 發芽의 증가 추세를 보여 30°C 區의 6시간 後에는 53.06%로 가장 양호한 發芽率을 보였다. 35°C와 40°C의 高溫에서는 發芽 抑制 현상이 뚜렷이 나타나 시간이 경과되어도 發芽率이 미미하게 증가되는 결과를 보였다.

그림 13은 培養溫度를 달리 하였을때 花粉管 伸長을 調査한 結果다. 花粉管 伸長은 25°C와 30°C에서 가장 왕성하였으며, 15°C와 40°C에서는 불량하였다. 處理溫度에 따른 花粉管的 伸長 速度는 25°C와 30°C 處理區인 경우 置床 4시간에서 6시간 사이에 가장 빨랐는데 이는 4시간 以前의 速度에 비해서 2 ~ 3배 빠른 伸長속도를 나타냈다. 그러나 20°C 以下와 35°C 以上の 溫度處理에서는 이전과 같은 速度로 伸長되었다. 花粉管 伸長은 花粉 發芽時와 마찬가지로 30°C에서 가장 양호하였으며 그 다음은 25°C 處理區 順이었다.

吉田¹⁸⁶⁾는 低溫期에 開花하는 매화, 살구, 복숭아의 花粉은 비교적 低溫에서 發芽한다고 報告하였으며, 奥瀬¹²⁶⁾도 사과의 花粉發芽에 低溫을 요구하여 祝, 印度 품종에서 25°C 溫度에서는 發芽가 抑制되었고, 10°C에서는 花粉發芽와 花粉管 伸長이 양호하였다고 發表하였다. 趙 等²⁷⁾은 개암의 花粉은 20°C에서 가장 發芽率이 높았고, 15°C, 25°C의 順序였는데 30°C에서는 發芽率이 극히 낮았다고 하였다. Keulemans⁸⁶⁾는 plum의 花粉은 21°C에서 가장 發芽率이 높지만, 發芽速度와 溫度,

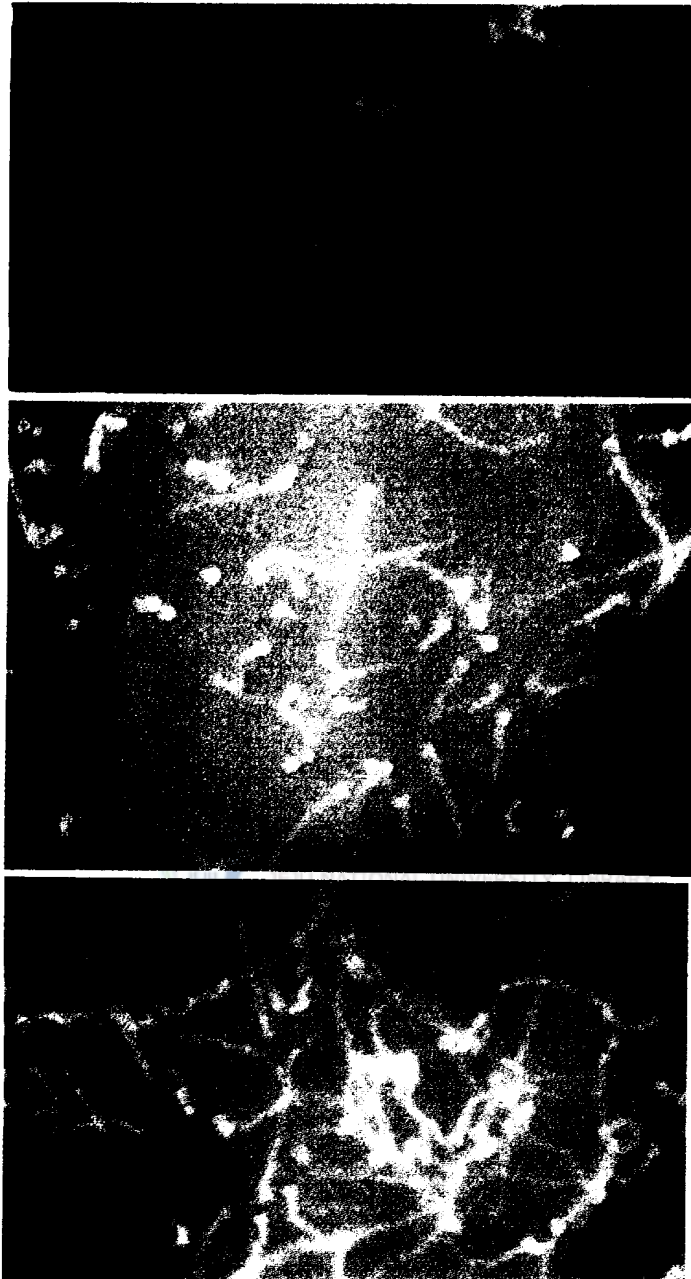


Fig. 10. Germinantion stages of Feijoa pollen grains in vitro,
(A) 2hr after planting, (B) 4hr after planting,
(C) 6hr after planting.

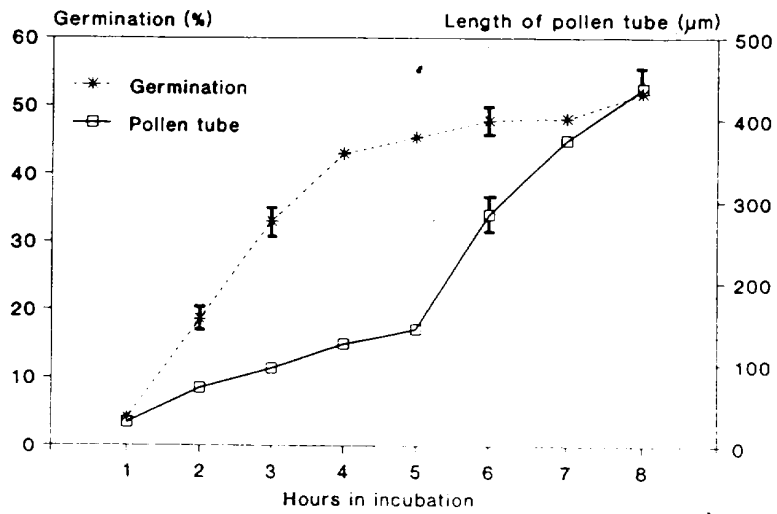


Fig. 11. Time course of Feijoa pollen germination and pollen tube growth at 25 °C. Medium contained 1% agar and 3% fructose (w/v) and was adjusted to pH 4.5. Vertical bars indicate standard errors. Where SE bars are not shown, they were smaller than the data symbol.

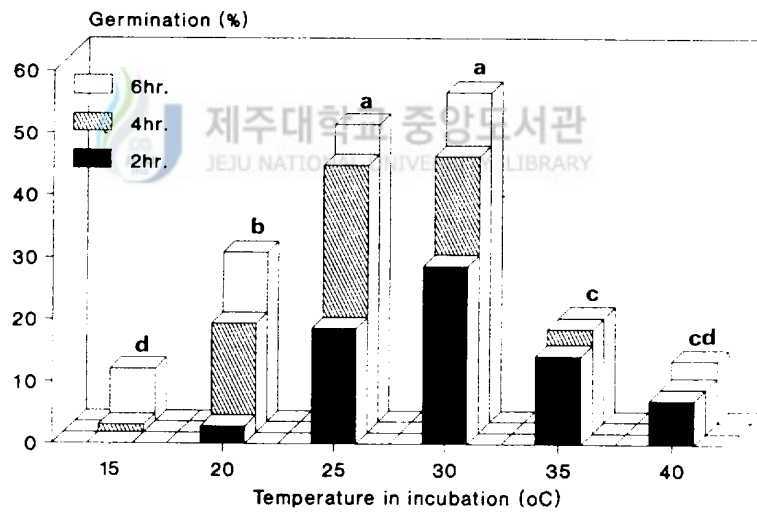


Fig. 12. Influence of incubation temperature on Feijoa pollen germination after 2 hr, 4 hr and 6 hr planting. Letters within germination rate in the medium after 6 hr planting indicate mean separation by Tukey's LSD test, $P = 0.05$.

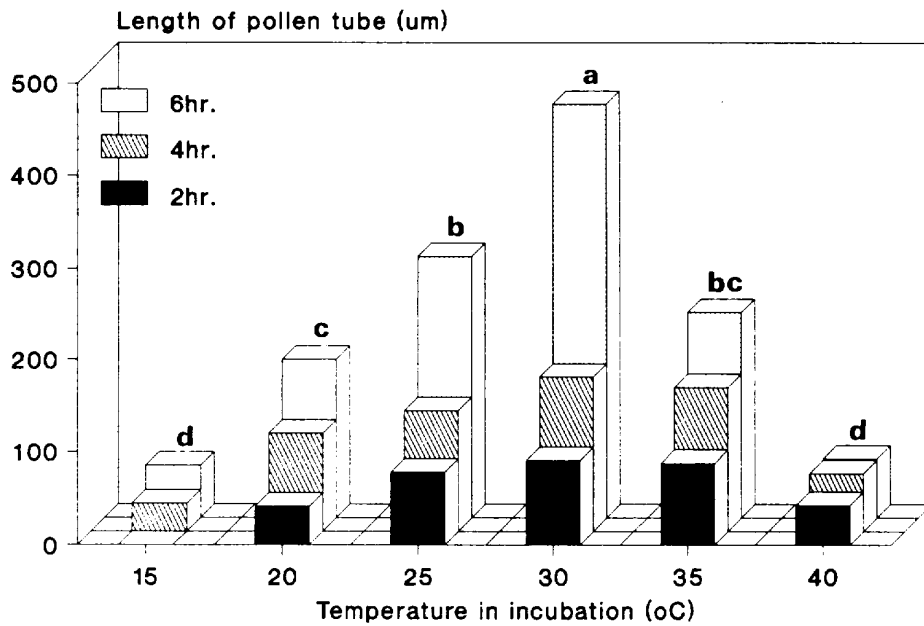


Fig. 13. Influence of incubation temperature on Feijoa pollen tube elongation after 2 hr, 4 hr and 6 hr planting. Letters within the length of pollen tube in the medium after 6 hr planting indicate mean separation by Tukey's LSD test, $P = 0.05$.

花粉管的 길이와 온도 사이에는 相關關係가 없었다고 하였다. 또한 Yates¹⁸⁵⁾도 pecan의 花粉發芽에서 25°C, 35°C, 45°C 중 온도가 낮을 수록 發芽率이 增加된다고 하였는데 溫帶 果樹는 대체적으로 낮은 온도에서 花粉發芽와 花粉管의 伸長이 증가하는 경향을 보이고 있다.

Kobayashi 등⁸⁷⁾은 柑橘의 花粉發芽는 30 ~ 35°C에서 發芽率이 가장 높았으나 25°C가 適定溫度였다고 하였고, 下郡 등¹⁵⁴⁾은 金柑의 花粉發芽는 20°C의 온도가 가장 적합하지만 40°C의 高溫에 1시간만 경과되도 抑制되었다고 하였다. 渡辺와 高橋¹⁷⁴⁾는 kiwifruit의 花粉發芽는 30°C, 花粉管 伸長은 25°C가 적당하다고 보고 하였다. 또한 Lee 등⁹⁵⁾도 jojoba의 花粉培養은 25 ~ 30°C가 適正溫度라고 하였다. 이로 미루어 볼 때 熱帶 및 亞熱帶 果樹들은 溫帶 果樹보다 花粉發芽와 花粉管 伸長에 다소 높은 온도를 요구하고 있다. 본 실험 결과에서도 웨이조아의 花粉發芽는 25 ~ 30°C가 가장 양호하였고 花粉管 伸長에도 30°C에서 높은 伸長速度을 보였는데, 이는 웨이조아도 柑橘과 kiwifruit 등과 같이 亞熱帶 果樹이기 때문에 비교

적 높은 溫度를 요구하지만 35°C 이상의 高溫은 오히려 抑制적인 것으로 보아 亞熱帶 果樹라도 適正溫度 이상의 高溫은 生殖生長에 지장을 주는 것으로 思料되었다.

3) 糖의 種類와 濃度の 影響.

Glucose, sucrose, fructose의 糖을 각각 1%에서 30%의 濃度가 되도록 培地를 조성하여 25°C의 培養溫度에서 置床 6시간 후 조사한 發芽率은 그림 14-A와 같다. glucose, fructose 및 sucrose의 添加는 花粉 發芽率을 증가시키는 要因으로 작용하였으며 glucose와 fructose의 添加區에서 花粉發芽가 좋았고, sucrose添加는 發芽率 증가가 저조하였다. 糖의 添加濃度는 glucose인 경우 5%, fructose인 경우는 2 ~ 3% 添加區에서 가장 양호하였고, 이보다 濃度가 높을 경우에는 花粉 發芽率이 저조하여 fructose는 5% 이상의 濃度부터 發芽率이 급격히 낮아져 20%이상 濃度에서는 완전히 發芽力이 상실되었으며, glucose는 10% 이상의 濃度부터 發芽力이 감소되어 30%에서 완전히 상실되었다. 낮은 發芽率을 보였던 sucrose는 낮은 發芽率이긴 하지만 25%까지는 濃度에 큰 영향을 받지 않았다. 전체적으로 웨이조아의 花粉發芽에 적합한 糖은 fructose와 glucose였으며 이들의 適正濃度는 2 ~ 5%였다.

糖 種類 및 濃度가 花粉管 伸長에 미치는 영향은 그림 14-B에서 보는 바와 같다. 花粉管 伸長에는 glucose 5% 添加濃度에서 가장 양호하였고, 그 다음은 sucrose 3% fructose 3% 와 2%, glucose 10% 添加 順이었다. 糖 種類에서 glucose는 5 ~ 10%, sucrose와 fructose는 2 ~ 3%의 濃度에서 花粉管 伸長이 우세함을 보였고, 15% 이상의 fructose와 25% 이상의 sucrose 및 glucose의 處理는 糖이 첨가되지 않은 無處理區보다 花粉伸長이 불량하여, 抑制的 효과를 나타냈다. 糖 種類別로 花粉管 伸長을 보면 대체적으로 花粉 發芽에 적합한 糖의 濃度가 花粉管 伸長에서도 같은 결과를 보이고 있는데 發芽와 伸長의 양면에서 관찰해 보면 glucose 5% 또는 fructose 3%의 濃度가 가장 적합하다고 思料되었다.

Brewbaker 와 Kwack²⁴⁾은 花粉 發芽에 광범위하게 적용될 수 있는 培地는 10%의 sucrose를 添加한 培地라고 發表하였고, Crane 등³⁰⁾도 pistachio의 花粉 發芽에는 sucrose 10%가 添加된 培地에서 최대로 發芽가 促進되었다고 報告하였다. Lee 등⁹⁵⁾은 jojoba의 花粉 培養에서, 趙 등²⁷⁾은 개암의 花粉 發芽에서 sucrose 20% 添加 培地는 發芽率을 가장 높게 하였다고 보고 하였으며, 大井上¹²⁵⁾는 포도 花粉 發芽에서, 田辺 등¹⁶⁶⁾은 서양배 花粉 發芽에 sucrose가 좋다고 發表하였다. 渡辺 와 高橋¹⁷⁴⁾는 kiwifruit 花粉發芽와 花粉管 伸長은 5 ~ 15% 濃度の sucrose 添加가 적합하였고 glucose 와 fructose는 동일 조건에서 sucrose보다 열세하였다고 報

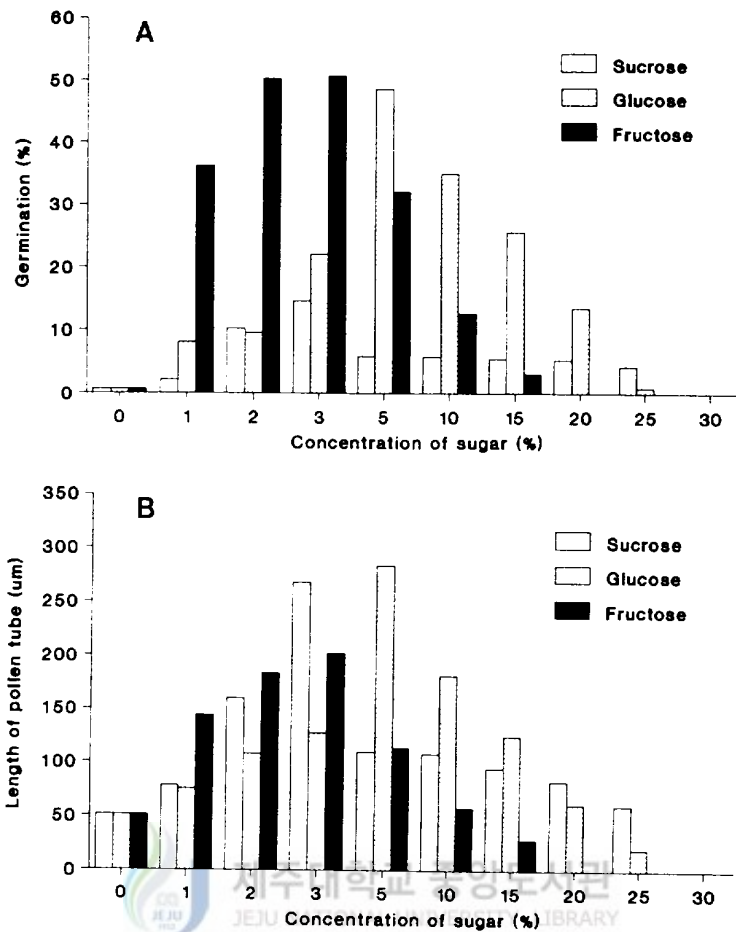


Fig. 14. Pollen germination rate (A) and pollen tube length (B) in Feijoa as influenced by different sugars and their concentrations. Measurements were made 6hr after planting.

告하였다. 그러나 本 實驗에서는 sucrose가 glucose 와 fructose 보다 發芽率과 花粉管 伸長에 비효과적인 結果를 보였다. 또한 위의 研究 發表者들이 10 ~ 20%의 高濃度 糖을 添加한 培地에서 양호한 結果를 얻은 반면, 韃이조아 花粉인 경우 低濃度(2 ~ 5%)에서 양호한 結果를 나타냈고 10% 이상의 高濃度에서는 抑制적인 效果를 보여 相反된 結果를 보였다. 한편 韃이조아 花粉을 器內에서 發芽시켰을 경우 貯藏條件에 따라 다르지만 10 ~ 30%의 sucrose를 添加하였을 때 양호하였다고 Akhund-Zade 와 Muzaferora³⁾가 發表하였는데 이는 低濃度에서의 發芽實驗이 缺如

되었기 때문에 本 研究 結果와 큰 차이를 보였다고 생각되며, 低濃度의 糖에서 花粉 發芽와 花粉管 伸長이 양호한 것은 웨이조아의 꽃잎에 糖分이 많이 含有⁴⁸⁾되었다는 것과 無關하지 않다고 思料되어 이에 대한 研究는 계속 遂行되어야 하겠다.

4) pH의 影響.

pH를 달리 하였을 때 웨이조아의 花粉發芽와 花粉管 伸長은 그림 15에서 보는 바와 같이 pH 3.5에서 각각 49.04%, 149.1 μ m로 가장 양호하였으며, 그 다음은 pH 3.0, 4.0, 4.5 順이었다. pH 5.0 以上 7.0의 範圍에서는 pH 數值가 높을 수록 花粉發芽와 花粉管 伸長이 불량한 경향을 보였다.

志佐¹⁵⁶⁾는 枇杷의 花粉發芽는 pH 5.5가 適合하다고 하였고, 松原¹⁰⁸⁾는 밤의 花粉發芽 培地는 pH 5 ~ 6이 最適이라고 하였다. 玉田와 岩垣¹⁶⁵⁾는 bluebery의 花粉을 品種에 따라 pH 4.5 ~ 5.5의 범위가 發芽에 양호하고 pH 6.0 以上은 發芽率이 저하되었다고 發表하였으며, Lee 等⁹⁵⁾는 jojoba의 花粉은 pH 4 ~ 8의 범위에서 쉽게 發芽한다고 하여 jojoba의 花粉은 pH에 대한 적응 범위가 넓다는 것을 밝혔다. 또한 Hopping 과 jerram⁷⁰⁾은 kiwifruit의 花粉은 pH 4.5 ~ 6.9의 다소 넓은 범위에서도 發芽가 양호하다고 하였는데, 二宮 等¹²¹⁾은 pH 5 ~ 6에서 양호하다고 發表하였으며, 渡辺과 高橋¹⁷⁴⁾는 pH 4.0이 kiwifruit의 花粉 發芽와 花粉管 伸長에 適正 酸度라고 發表하여 동일 果樹에서도 研究者에 따라 서로 다른 結果를 보였다.

本 研究의 結果는 pH 3.5의 強酸에서 매우 양호한 發芽率과 花粉管 伸長을 나타내었고, pH 5.0 以上에서는 불량하였는데 이는 웨이조아 花粉이 他 花粉과 다른 pH 범위를 要求하는 것으로 추측되지만 이를 證明하기 위한 實驗이 필요할 것으로 생각되었다.

5) 培養 濕度의 影響.

培養 容器를 蒸溜水로 飽和시킨 100%의 相對濕度와 Winston과 Bates¹⁷⁹⁾가 紹介한 방법으로 調製된 98.0 ~ 55.0% 濕度 條件에서 웨이조아의 花粉 發芽와 花粉管 伸長을 비교한 結果는 그림 16과 같다. 花粉 發芽와 花粉管 伸長 모두 100%의 飽和 濕度에서 매우 양호하였으며 (43.0%, 678.7 μ m) 濕度가 낮아질수록 花粉 發芽와 花粉管 伸長이 저조하였다.

Polito 와 Luza¹³⁹⁾는 室溫에서 1週 지난 pistachio의 花粉을 바로 發芽 培地로 옮기면 發芽率이 6%밖에 안되지만, 점진적인 水和處理 後 置床할 경우 80% 以上の 發芽率을 유지하였다고 報告하였다. Simons 等¹⁵⁷⁾도 lily에서 위와 같은 結果를

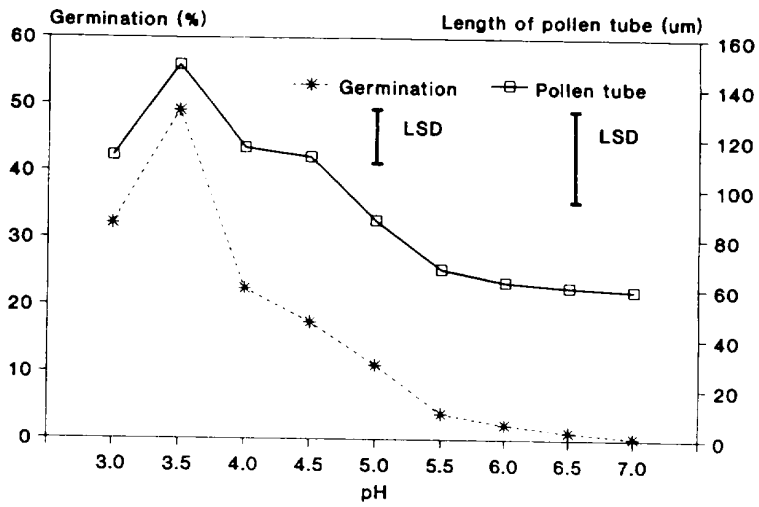


Fig. 15. Pollen germination and pollen tube elongation of Feijoa on 1% agar media having different pH. Measurements were taken at 6hr after planting pollen on the media containing 3% fructose and kept at 25°C. Vertical bars represent 5% LSD for each measurement.

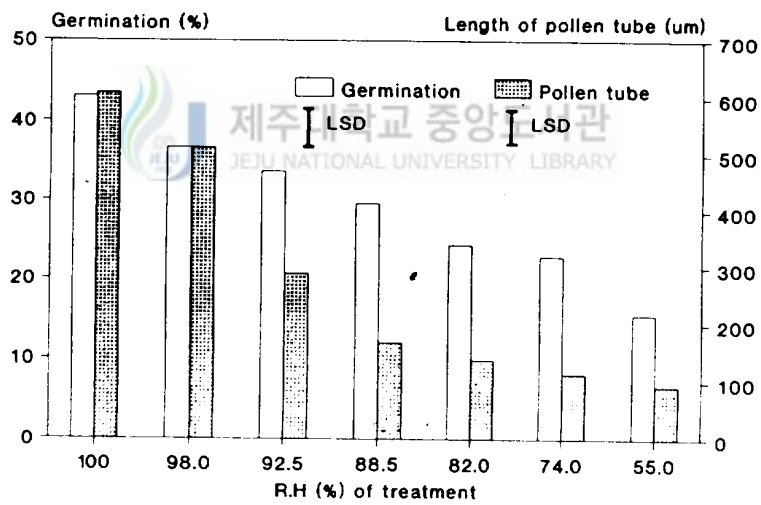


Fig. 16. Effect on the relative humidity treatment with saturated solutions on pollen germination and pollen tube elongation of Feijoa. Vertical bars represent 5% LSD for each measurement.

얻었고, Yates¹⁸⁵⁾는 pecan의 花粉을 相對濕度 5%, 50%, 97%의 條件에서 濕도가 높을수록 發芽率이 증가하였다고 發表하였다. Henny^{65, 66)}는 觀賞用 熱帶植物인 *Dieffenbadria* 와 *Aglaonema* 의 花粉은 in vivo 상태에서 相對濕度 100%는 花粉發芽가 우수하였으나, 40 ~ 50%의 낮은 濕度에서 授粉된 꽃은 花粉發芽가 현저히 떨어지고 種子도 形成되지 않았다고 報告하였다. 仁勝 等⁶⁹⁾도 川野夏橘에서 花粉을 交配할 목적으로 저장하기 위해서는 乾燥시키지 않아야 된다고 하였다. 그러므로 本 實驗에서 相對濕도가 높을수록 花粉發芽와 花粉管 伸長이 양호한 것은 他 作物의 花粉發芽 實驗과 일치하는 結果라고 볼 수 있다. 그러나 開葯이나 花粉飛散條件은 幸 等¹⁵⁵⁾이 배 新高品種으로 檢定한 바와 같이 75 ~ 80%의 相對濕度에서 花粉生産量이 많았다는 報告와 Woodroof¹⁸¹⁾가 pecan 花粉의 飛散 研究에서 85% 相對濕도가 花粉飛散에 양호한 條件이라는 報告로 보아 花粉發芽條件과 開葯이나 花粉飛散條件과는 일치하지 않을 것으로 推定되었다.

6) 貯藏 溫度와 貯藏 期間의 影響.

室溫 22 ~ 25°C에서 貯藏한 花粉을 1週 後 培地에 置床한 結果 17.6%의 發芽率과 129.8 μ m의 花粉管 伸長을 보였으나 3週 後에는 9.77%와 48.2 μ m로 감소되었고 4週 後부터는 완전히 發芽力을 상실하였다 (그림 17).

0°C에서 貯藏된 花粉은 6週까지의 發芽率은 거의 일정하지만 6週 이후 9週까지 發芽率이 상승되어 9週째에는 發芽率이 6週째보다 15.05%나 증가하였다. 반면에 花粉管 伸長은 3週째부터 둔화되기 시작하여 9週째에는 267.6 μ m로 3週째보다 104.5 μ m가 덜 伸長됨을 보였다(그림 18). -25°C에서 貯藏되었던 花粉도 0°C에서 貯藏된 花粉의 發芽와 花粉管 伸長이 비슷한 경향을 보였는데(그림 19) 6週째까지는 42.61%의 發芽率을 보였으나 9週째에는 58.21%로 6週째보다 15.6%나 發芽率이 증가하였다. 花粉管의 길이도 4週째에는 358.0 μ m였으나 9週째에는 287.4 μ m로 70.6 μ m가 감소된 結果를 보이고 있어 전체적으로 0°C와 -25°C에 貯藏되어진 花粉은 類似한 發芽率과 花粉管 伸長을 보였다(그림 20).

花粉貯藏에 대한 研究는 비교적 많은 報告가 있다. Crane 等³⁰⁾은 pistachio의 花粉을 室溫에 保管 한 경우 3 ~ 4日 後에는 花粉活力이 완전히 상실되었다고 보고하였고, Lee 等⁹⁵⁾는 jojoba 花粉을 室溫(22 ~ 25°C)에서 3週 貯藏한 것은 活力이 50%로 감소되었고 10週 後에는 완전히 상실하였으나, 4°C의 貯藏은 10週 동안 活力을 유지하였으며, -196°C인 液體窒素에서의 貯藏 花粉은 2年동안 活力이 유지되어 人工受粉時 정상적으로 受精 活動이 이루어 졌다고 發表하였다.

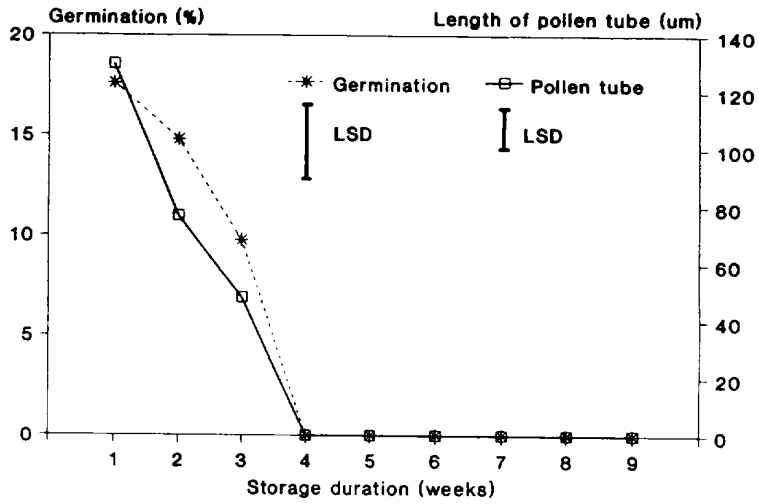


Fig. 17. Viability and growth of Feijoa pollen following storage at room temperature (22 ~ 25 °C). Measurements were made 6 hr after planting the pollen on 1% agar medium (pH 4.5) containing 3% fructose and kept at 25 °C. Vertical bars represent 5% LSD for each measurement.

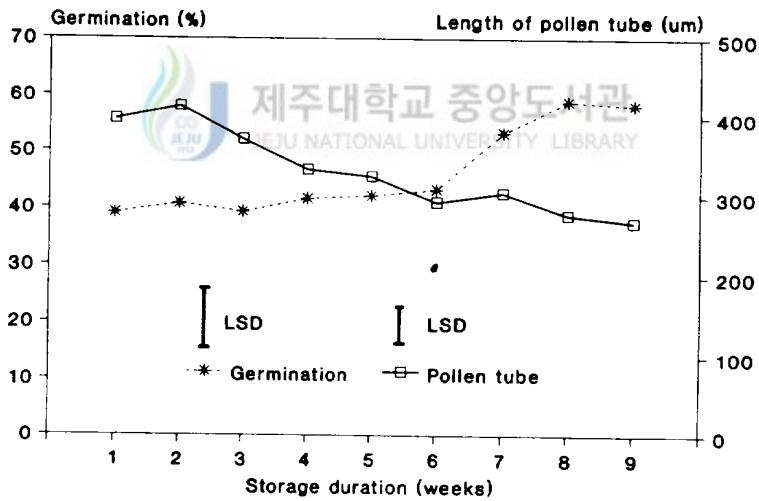


Fig. 18. Viability and growth of Feijoa pollen following storage at 0 °C. Measurements were made 6 hr after planting the pollen on medium. Vertical bars represent 5% LSD for each measurement.

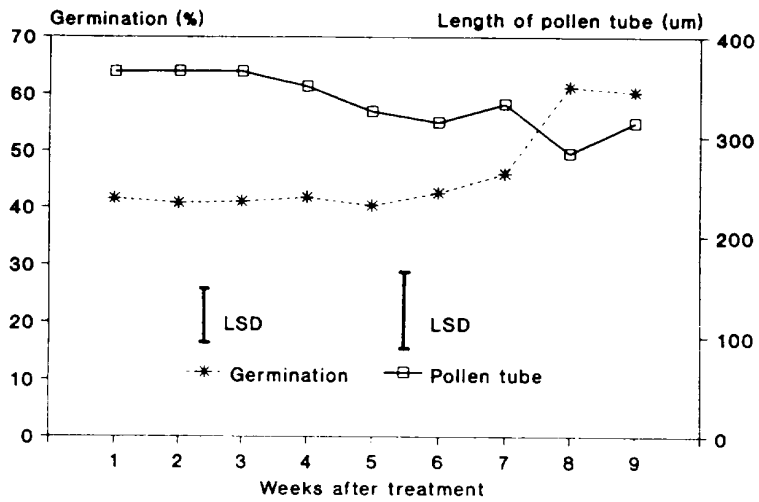


Fig. 19. Viability and growth of Feijoa pollen following preserved storage duration in -25 °C temperature. Measurements were made 6 hr after planting the pollen on medium. Vertical bars represent 5% LSD for each measurement.

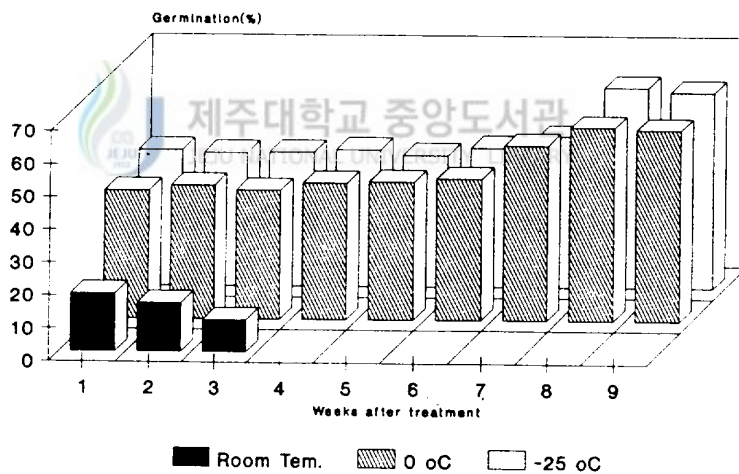


Fig. 20. Comparison with different storage temperature and on duration of treatment period for pollen germination of Feijoa.

脇坂¹⁷²⁾는 배와 감의 花粉 貯藏 實驗에서 50 ~ 70% 濕度에서 0 ~ 15°C 溫度로 貯藏할 경우 1 ~ 2週동안 貯藏이 가능하다고 報告하였으며, Visser¹⁷¹⁾도 사과와 배의 花粉을 10% 濕도와 2 ~ 4°C의 溫度에서 7個月 동안 貯藏하여도 花粉 發芽와 花粉管 伸長이 양호하였다고 發表하였다. Nebel 과 Ruttle¹¹⁹⁾도 역시 사과 花粉을 2 ~ 8°C의 溫度와 80%의 相對濕도를 유지하면 1週日 이상 活力이 유지되었다고 報告하였으며, Janick 等⁷⁸⁾도 사과 花粉은 -1 ~ 2°C의 低溫과 낮은 濕도를 유지시키면 數年間 活力이 유지된다고 하여 비교적 낮은 溫度에서는 濕도가 花粉 發芽에 밀접한 관계가 있음을 암시하고 있다. 近年에는 매우 낮은 低溫 상태에서 花粉을 저장할 경우 花粉 活力과의 관계가 發表되고 있는데, Akihama 等⁴⁾은 복숭아의 花粉을 -20°C의 凍結 乾燥狀態에서 9年間 貯藏하였더니 높은 發芽率을 보였다고 하였으며, Yates¹⁸⁵⁾도 pecan의 花粉을 -80°C 以下の 溫度에서 2年間 貯藏한 경우, 器內 實驗 前에 水和시켜주면 갓 채취된 花粉과 동일하게 發芽 能力을 유지하였다고 報告하였다. 또한 Marquard¹⁰²⁾는 pecan의 花粉을 -20°C에서 30個月 貯藏한 것에서 malate dehydrogenase (MDH)와 phosphoglucose isomerase (PGI)의 酵素 活性和 安定性은 그냥 유지되었다고 發表하였다.

本 研究 結果 室溫에서 保管되었던 韃靼조아의 花粉은 4週 後에 완전히 活力이 喪失되어 Crane³⁰⁾ 과 Lee 等⁹⁵⁾의 報告와 일치하고 있으며, 0°C와 -25°C의 溫度에 貯藏되었던 경우에도 다른 研究와 거의 동일한 結果를 얻었고, 花粉管 伸長은 貯藏 期間이 길수록 감소되었으나 發芽力은 증가하여 脇坂¹⁷²⁾와 Akihama 等⁴⁾의 發表와 비슷한 傾向을 보였다.

7) Boric acid의 영향.

pH 5.5와 20%의 sucrose가 함유된 培地에서 Boric acid의 濃度を 달리하였을 때 韃靼조아의 花粉 發芽率과 花粉管 伸長을 측정한 結果는 그림 21 과 같다.

H₃BO₃를 50mg/l의 濃도가 添加된 培地에서 51.53%의 花粉 發芽率과 171.6 μ m의 花粉管 길이로 가장 양호하였으며, 50mg/l를 정점으로 濃도가 낮거나 濃도가 높을 수록 發芽率과 花粉管 伸長이 抑制되었다.

Brewbaker 와 Kwack²⁴⁾이 花粉 發芽에 가장 적당한 培地는 H₃BO₃의 100ppm이 添加된 培地라고 하였고, 福島⁴⁹⁾도 枇杷와 복숭아의 花粉 發芽에서 boric acid의 添加는 花粉 發芽率을 높였다고 하였다. Dickinson³⁵⁾은 *Lilium longiflorum*의 花粉管 伸長은 H₃BO₃의 添加가 刺戟的이었으며, Knox 等⁸⁸⁾도 花粉活力을 檢定하는 in vitro 發芽 試驗에서 培地에 boron의 添加를 권장하였다. 渡辺와 高橋¹⁷⁴⁾는

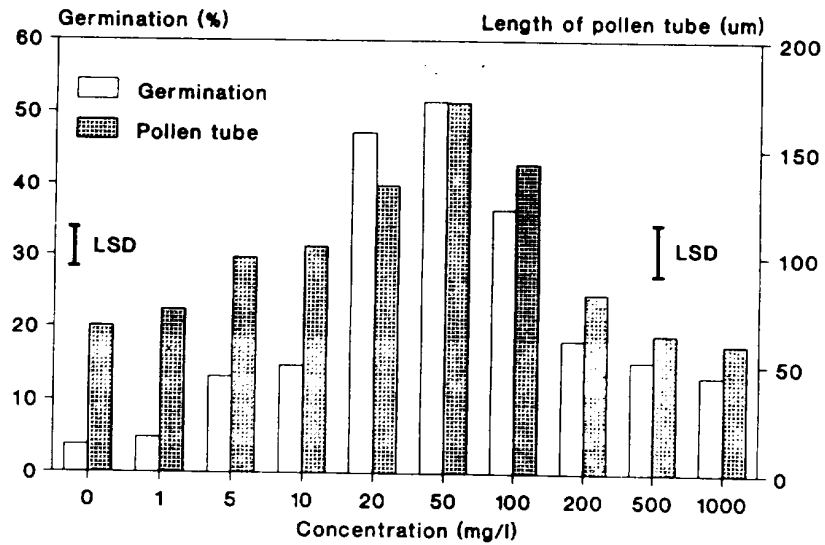


Fig. 21. Effect on boric acid concentration on Feijoa pollen germination and on length of pollen tube. Measurement were made 6hr after planting pollen on media (pH 5.5) containing 20% sucrose and kept at 25 °C. Vertical bars represent 5% LSD for each measurement.

kiwifruit의 花粉發芽에서 Boric acid는 花粉管伸長을 촉진한다고 하였는데, Janick 등⁷⁸⁾은 작물에서 授粉이 된다고 하여 受精이 자연스럽게 이루어지는 것이 아니라 적당한 osmotic concentration에 의존하는데 실제로 lily의 柱頭와 花柱에서 高濃度의 boron이 生成된다고 發表하였다.

本實驗에서도 花粉發芽와 花粉管伸長에 열악한 培地條件 (pH 5.5와 20%의 sucrose濃度)에서 boric acid의 添加는 無添加區보다 나은 發芽率과 花粉管伸長을 보였고, 50mg/l의 濃度에서 가장 양호한 結果를 보였다.

8) 品種間 發芽率 및 花粉管伸長의 비교

웨이조아의 7개 品種을 pH 4.5, 3%의 fructose 및 1%의 agar가 添加된 培地에서 發芽시킨 結果는 表 10에서 보는 바와 같이 發芽率은 Gemini가 가장 높은 發芽率인 55.26%을 보였고 그 다음은 Robert로 51.78%의 發芽率을 보였다.

가장 發芽率이 저조한 품종은 Coolidge로서 26.93%로 Gemini에 비해서 28.33%나 낮은 發芽率을 보였다. 花粉管伸長에는 거의 비슷한 경향을 보이고 있으나 Apollo

Table 10. Measurement of pollen germination rate and pollen tube elongation of Feijoa varieties in vitro.

Varieties	Pollen germination(%)	Length of pollen tube(μm)
Gemini	55.26 \pm 5.84 a ^{z)}	413.8 \pm 18.5 ab
Apollo	49.30 \pm 4.80 ab	440.4 \pm 8.4 a
Coolidge	26.93 \pm 4.23 c	357.5 \pm 34.6 b
Triumph	38.93 \pm 4.23 bc	416.6 \pm 30.5 ab
Robert	51.78 \pm 3.95 a	385.3 \pm 39.5 ab
David	38.04 \pm 3.44 bc	420.1 \pm 34.4 ab
Mammoth	44.42 \pm 2.23 ab	434.4 \pm 21.3 a

^{z)} Means separation within columns by Tukey's LSD test, $P = 0.05$.

와 Mammoth가 각각 440.4 μm , 434.4 μm 의 길이로 伸長하여 제일 양호하였고, Coolidge가 357.5 μm 로 發芽率과 花粉管 伸長에서 가장 저조한 성적을 보임으로서 이 품종은 自家和合性이지만 웨이조아의 授粉樹로는 不適當하다고 思料되었다.

3. 自家不和合성에 관한 研究

1) 自家 및 他家授粉에 의한 結實관계.

웨이조아 Mammoth 品種에서 自家 및 他家授粉을 실시한 후 着果 및 果實 特性에 대한 結果는 表 11과 같다. 着果率은 自家授粉인 경우 9.2 \pm 3.69% 였으나 Robert의 花粉으로 他家授粉된 경우에는 68.2 \pm 8.65%의 着果率을 보여 他家授粉이 뚜렷이 향상되었다. 果重 및 果肉重에서도 自家授粉보다는 他家授粉에서 매우 좋은 結果를 보였고, 果肉比에서도 他家授粉은 29.00 \pm 6.18%인데 自家授粉인 경우 20.33 \pm 7.49%로 果肉率이 적음을 알 수 있었고, 糖度의 측정치에서도 自家授粉보다 他家授粉區에서 0.6°Brix가 높음을 보였다. 그러나 果形指數는 自家授粉에서 1.26 \pm 0.2로 他家授粉 1.21 \pm 0.08보다 다소 橢圓形으로 나타났는데 이는 果肉發達이 제대로 이루어지지 않았기 때문이라 思料된다.

Table 11. Fruit set, fruit quality attributes of self and cross pollinated in Feijoa var. 'Mammoth'.

Attribute	Pollen treatment	
	Self	Cross ²⁾
Fruit set (%)	9.20 ± 3.69	68.20 ± 8.65
Fruit weight (g)	38.62 ± 6.72	60.14 ± 3.13
Pulp weight (g)	7.93 ± 3.43	17.11 ± 3.82
Pulp content (%)	20.33 ± 7.49	29.00 ± 6.18
Fruit length (mm)	46.62 ± 4.17	53.06 ± 4.71
Fruit diameter (mm)	38.24 ± 3.47	44.01 ± 2.05
Length/diameter ratio	1.26 ± 0.2	1.21 ± 0.08
Sugar contents (°Brix)	13.91 ± 1.15	14.50 ± 1.40

²⁾ Pollinated with pollen of Feijoa var. 'Robert'.

自家와他家授粉후 果實 또는 種子의 着果率 비교는 自家不和合性の 強度 測定과 不和合 결정을 위한 傳統의 方法으로서 이를 구체화 한 것은 Zapata와 Arroyo¹⁸⁷⁾에 의해 발전되었다. 즉 自家不和合의 指數(Index of self-incompatibility)는他家授粉에 의해 얻어진 種子 또는 果實에 대하여 自家授粉에 의해 얻어진 種子 또는 果實의 比率에 의해 계산된다는 것이다. Janick 等⁷⁸⁾은 일반적으로 作物의 授粉에 있어서 自家授粉인 경우에는他家授粉率의 4~5% 以内라고 하였고, Birrenkott 와 Stang¹⁶⁾도 cranberry의 경우 곤충에 의한 媒介授粉에 人工的인 授粉을 加하였을 경우 30 ~ 38%의 收量增加를 가져왔다고 報告하였다. 웨이조아인 경우에도 많은 研究者들^{59, 63, 146, 147, 161)}은 自家受精이 가능한 品種일지라도 다른 品種과 混植을 하여他家授粉이 이루어지도록 하고있다. 山本와 中村¹⁸²⁾은 웨이조아의 實生樹를 自家 및他家授粉을 실시한 결과 自家授粉區와 放任授粉區에서는 種子數도 적었고, 果形도 小型이며 果肉比率과 糖度가 저하되었다고 報告하였으며, 山本 等¹⁸³⁾도 在來種과 改良된 4品種의 웨이조아를 自家授粉 시켰을 경우 自家不和合性인 Coolidge와 在來種에서는 着果되었으나 다른 品種은 전혀 着果되지 않았다고 發表하였다. Patterson^{134, 135)} 역시 自家不和合性이 강한 Apollo를 供試하여 自家 및他家授粉을 실시한 實驗에서 山本와 中村¹⁸²⁾의 結果와 같이 自家인 경우 果形이 작고 果重,

果肉含量 및 糖도가 낮았으며 熟期도 지연되었다고 하였고, Pugliano¹⁴⁾도 5品種의 웨이조아를 他家授粉하였을 경우 18.72 ~ 69.26%의 着果率을 보였는데 自家授粉인 경우 3品種은 전혀 着果가 이루어지지 않았고 2品種만이 1.20%와 3.14%의 着果率을 보였다고 하였는데, 本 實驗 結果에서도 위 研究者들의 發表와 同一한 結果를 보였다.

2. 走査電子顯微鏡을 이용한 花粉의 形態의 관찰.

自家和合性 品種과 自家不和合性 品種의 花粉間에 差異點을 발견하기 위하여 走査電子顯微鏡(SEM)으로 花粉의 微細構造를 관찰한 結果 웨이조아의 花粉粒은 7개 品種 모두 한 개의 花粉으로 구성된 單粒(monad) 花粉이었으며, 3개의 發芽溝를 갖는 三孔溝形(tricolporate)이고, 花粉의 표면 무늬는 顆粒狀(verrucate)이었다.

品種間 花粉 形態를 보면 그림 22와 같이 5,000倍로 촬영한 花粉의 전체 모양은 3角 圓形이었으며, 15,000倍에서 촬영한 花粉(그림 23)은 표면무늬가 顆粒狀임을 잘 나타내고 있다.

表 12는 5,000배에서 花粉의 極直徑과 赤道直徑을 측정한 結果로서, 極直徑이 가장 긴 花粉은 Robert 品種으로 15.21 μ m 였고, 그 다음은 Coolidge, Gemmi 品種 順

Table 12. Pollen measurement of certain *Feijoa sellowiana* varieties examined.

Varieties	Pollar length (μ m)	Equatorial diameter (μ m)	P/E ratio	Pollen shape ^{z)}
Gemini	15.01 a ^{y)}	15.43 b	0.97	oblate spheroidal
Apollo	14.17 b	16.45 a	0.86	suboblate
Coolidge	15.15 a	15.03 b	1.01	prolate spheroidal
Triumph	14.60 ab	16.82 a	0.87	suboblate
Robert	15.21 a	15.51 b	0.98	oblate spheroidal
David	14.15 b	15.58 b	0.91	oblate spheroidal
Mammoth	14.21 b	15.08 b	0.94	oblate spheroidal

^{z)}P/E ratio : 1.01 ~ 1.14 prolate spheroidal
 1.00 spherical
 0.88 ~ 0.99 oblate spheroidal
 0.76 ~ 0.87 suboblate

^{y)}Mean separation within columns by Tukey's LSD test, $P = 0.05$.

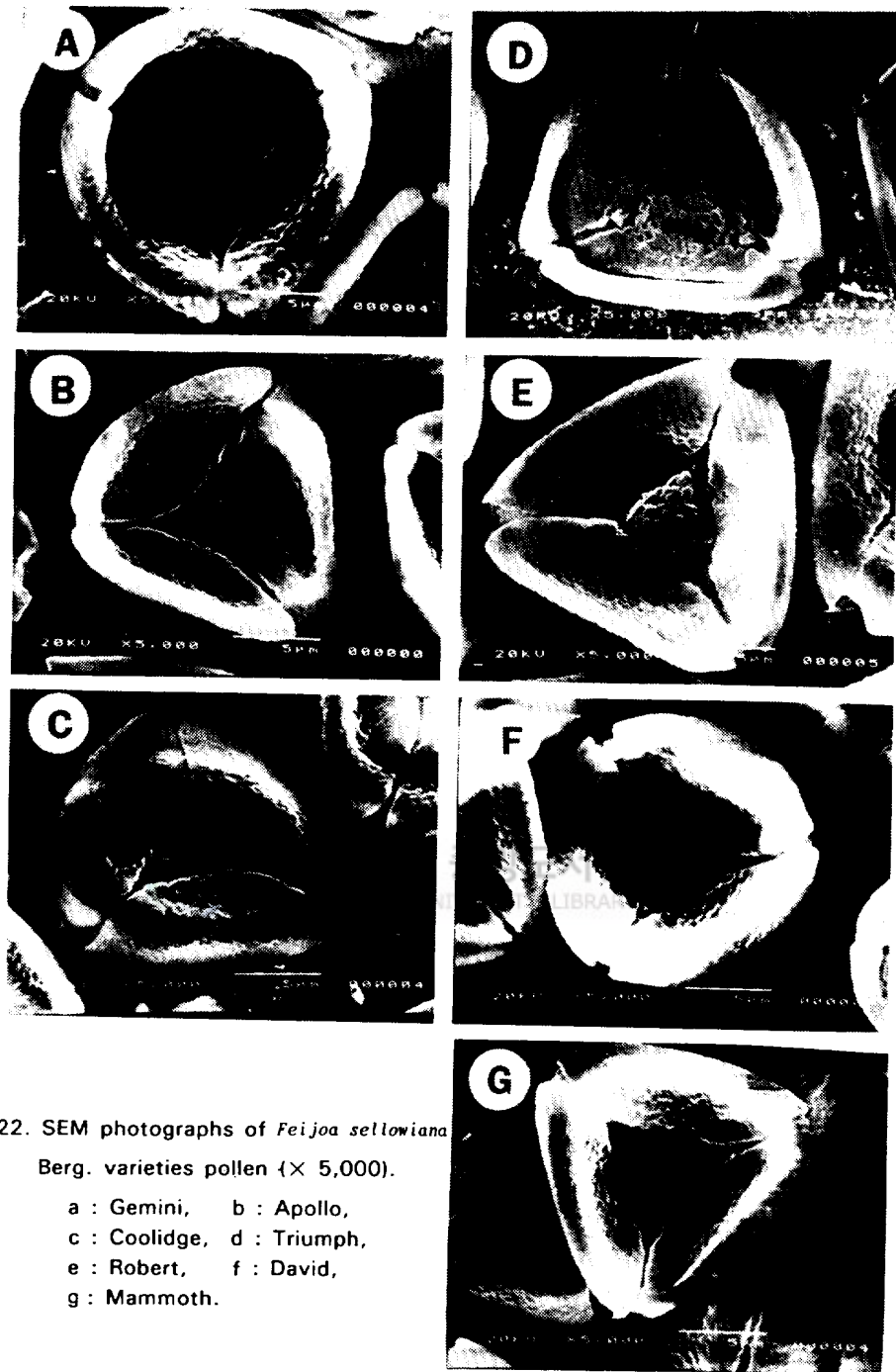


Fig. 22. SEM photographs of *Feijoa sellowiana* Berg. varieties pollen ($\times 5,000$).

- a : Gemini, b : Apollo,
- c : Coolidge, d : Triumph,
- e : Robert, f : David,
- g : Mammoth.

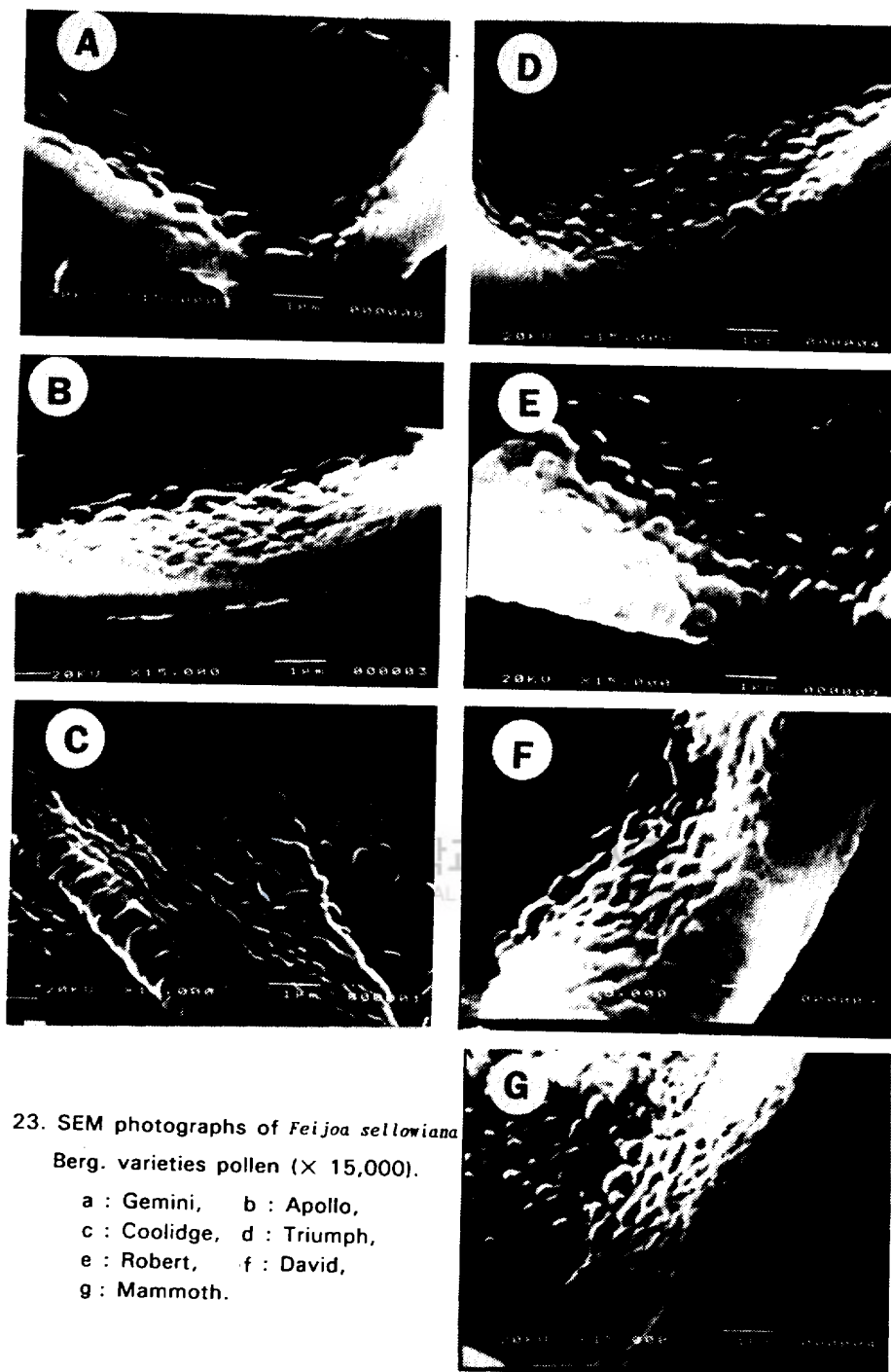


Fig. 23. SEM photographs of *Feijoa sellowiana* Berg. varieties pollen (X 15,000).

- a : Gemini, b : Apollo,
- c : Coolidge, d : Triumph,
- e : Robert, f : David,
- g : Mammoth.

이며, Apollo와 David 品種이 14.17과 14.15 μm 로 가장 작았다. 赤道直徑에서는 Triumph 品種이 16.82 μm 로 가장 길었으며, Apollo, David 品種 順이었다. 赤道直徑이 가장 짧은 花粉은 Mammoth 品種으로 15.08 μm 였다. 種과 赤道直徑 比로 花粉의 모양을 구분하면 Gemini, Robert, David 및 Mammoth 品種은 弱短溝形 (oblate spheroidal : 0.88 ~ 0.99)이고, Apollo 와 Triumph 品種은 亞短溝形(suboblate : 0.76 ~ 0.87)이며, Coolidge 品種은 弱長溝形(prolate spheroidal : 1.01 ~ 1.14)이었다. 種直徑과 赤道直徑으로 花粉 크기를 가늠하면 Robert 品種의 花粉이 가장 크고, 다음은 Apollo, Gemini 品種 順이며, Mammoth 花粉이 供試品種 중 가장 작은 花粉이었다.

花粉 發芽溝直徑과 外벽 두께의 측정은 15,000배에서 실시하였는데(表 13), 發芽溝의 外側 直徑은 Triumph 品種이 2.5 μm 로 가장 넓었으며, Robert, Apollo, Coolidge 品種 順이었고, Mammoth 와 David 品種이 가장 좁은 發芽溝를 지니고 있었다. 發芽溝의 內側 直徑은 Triumph 0.38 μm , Gemini와 Apollo 0.33 μm 그리고 Mammoth 0.32 μm 順으로 넓었으며, Coolidge는 0.26 μm 로 가장 좁은 內側 發芽溝를 지녔다. 花粉벽의 두께 측정에서는 Mammoth 品種이 1.64 μm 로 가장 두꺼웠으며, Gemini와 David는 他 品種의 花粉보다 얇았음을 알 수 있었다.

花粉粒의 表面構造와 不和合의 관계는 異形蕊 自家不和合性인 경우 *Jepsonia*

Table 13. Pollen ultra-measurement of certain *Feijoa sellowiana* varieties examined.

Varieties	Diameter of outer aperture (μm)	Diameter of inner aperture (μm)	Thickness of wall (μm)
Gemini	1.85 c ²⁾	0.33 ab	1.34 b
Apollo	2.08 b	0.33 ab	1.51 ab
Coolidge	2.00 bc	0.26 c	1.54 ab
Triumph	2.50 a	0.38 a	1.51 ab
Robert	2.09 b	0.30 bc	1.42 ab
David	1.40 d	0.31 bc	1.33 b
Mammoth	1.46 d	0.32 bc	1.64 a

²⁾ Means separation within columns by Tukey's LSD test, $P = 0.05$.

parryi¹²⁷⁾, *Limonium* 과 *Linum grandiflorum*³⁹⁾ 등의 植物에서 花粉粒의 超微細構造가 不和合과 관련이 있다고 알려져 있는데, Dickinson 과 Lewis³⁷⁾, Dickinson 과 Bonner³⁸⁾는 *Raphanus* 와 *Linum grandiflorum*의 自家不和合의 요인은 進化되어진 花粉粒의 微細構造 때문이라는 可能性을 제시하였다. 또한 Ferrari와 Wallace⁴⁵⁾, Peacock¹³⁶⁾, Roberts 等¹⁴⁴⁾은 不和合性 植物의 花粉壁에 不和合 認知 蛋白質 (recognition protein)이 內包되었다는 사실을 확인하였다.

한편 花粉粒의 表面 무늬를 토대로 種과 屬에 대한 分類의 研究는 Nowicke¹²⁴⁾이 *Centrospermae*의 품종 分類를 시작으로, Westwood 와 Challice¹⁷⁶⁾는 18개의 배 품종을 SEM에서 花粉粒의 크기, 모양, 表面의 특징을 조사하였으며, Lombardo 等^{99, 100)}, Amjad 等⁵⁾도 포도의 재배 품종을 走査電子顯微鏡(SEM)을 이용하여 구분하였다. Goldy 等⁵²⁾은 *Vaccinium*에서 23개 種과 亞種의 花粉형태를 SEM을 이용하여 분리하였고, 沈 等^{151, 152, 153)}은 배, 복숭아, 꽃사과나무의 花粉으로 交雜育種한 품종과 母親사이의 形質을 花粉의 表面 무늬로 분리하였다. 또한 Smit¹⁵⁸⁾는 *Quercus*의 여러 種을 花粉 表面무늬로서 常綠性과 落葉性의 특징을 설명하였다. 그러나 Grant⁵⁶⁾는 *Zea mays*의 亞種간에는 SEM을 이용한 花粉粒의 관찰무늬로는 구분할 수 없다고 하였고, Parthasarathy¹³³⁾ 도 palm의 5품종을 SEM으로 花粉표면 무늬를 조사한 결과 품종사이에는 區分點이 없었다고 하였다.

本 研究에서 웨이조아 7개 품종의 花粉을 極直徑, 赤道直徑, 極과 赤道의 直徑比 (P/E ratio), 發芽溝의 外側 간격과 內側 간격, 그리고 細胞壁 두께를 측정한 結果 自家和合性 品種과 自家不和合性 品種間의 뚜렷한 차이점은 認定할 수 없었고, 自家和合性인 Gemini와 Apollo 品種인 경우 自家和合性인 Coolidge 와 自家不和合性인 Triumph 사이의 중간 성질을 갖고 있는 품종으로 推論 되었다.

3) 암술에서의 花粉管 伸長

(1) 花柱에서의 花粉管 伸長 Mammoth 品種의 自家 및 他家授粉된 花柱를 供試하여 花粉管 伸長 상태를 螢光 顯微鏡으로 관찰한 結果는 表 14와 같다. 授粉 72시간 후 花粉管이 花柱의 중심부까지 伸長한 個體가 自家 授粉區에서 14%, 他家授粉區에서는 16%였으며, 花柱 基部까지 花粉管이 伸長한 個體는 自家 授粉區에서는 86%, 他家授粉인 경우에도 84%가 伸長되었다. 이 가운데 自家인 경우 46%, 他家授粉에서도 40%가 이미 子房안으로 花粉管이 伸長됨을 보였다.

그림 24는 각각 自家 및 他家授粉되어진 柱頭에서 花粉管이 發芽되어 花粉管이 花柱內 誘導 組織을 따라 子房쪽으로 伸長되어 있는 모습을 촬영한 것이다. 그림

Table 14. Numbers of pistils with pollen tube growth through the uppermost, middle and lowermost portions of styles after self- and cross-pollination in Feijoa var. 'Mammoth'. z)

Pollination	Portion of styles		
	Uppermost	Middle	Lowermost
Self	-	7	20 (23) y)
Cross	-	8	22 (20)

z) Observed after 72hr of pollination.

y) () means the number of pistils that had penetrated into ovaries.

25에서는 花柱의 基部를 vibrator로 切斷하여 螢光顯微鏡에서 觀察된 것으로, 花柱내의 花柱溝를 둘러싼 導管이 절단되어 황색을 띄고 있으나, 花柱溝를 가득 채운 花粉管은 청색을 띄고 있었다. 花粉管이 伸長되지 않은 花柱의 절단면(그림 25-C)은 花柱溝가 비어 있어서 花粉管이 伸長되어진 그림 25-A, B와는 對照的이었다. 그림 26은 花柱와 子房이 연결되는 부위, 즉 子房 입구를 세로로 切斷하여 花粉管이 子房내로 伸長된 것을 관찰하였다. 여기서도 마찬가지로 花粉管은 花柱內에서 伸長에 전혀 방해를 받지 않고 子房내로 진입하고 있음을 보여주고 있었다.

(2) 子房內에서의 花粉管 伸長 Mammoth 品種의 꽃을 授粉한 後 子房內에서 花粉管 伸長 과정을 解剖學的으로 관찰한 結果 花粉管 伸長은 自家花粉이나 他家花粉 모두 授粉 4일 후에는 子房 上部까지, 5일 후에는 子房 中央部까지 伸長되고 일부는 胚珠까지 伸長되었으며, 6일 이후에는 모든 胚珠까지 花粉管이 도달되어 胚珠 주위에 花粉管이 감겨있는 상태를 보였다.(그림 27 ~ 29)

Berrie 等¹⁵⁾은 대부분의 自家不和合性 식물은 柱頭에서 花粉管이 發育이 안되거나 매우 느리게 伸長하기때문에 自家受精이 불가능하다고 하였으며, Pimieta 等¹³⁸⁾은 almond의 Nonpareil 品種에서 自家授粉인 경우 柱頭에서의 花粉 付着力이 낮고, 花粉 發芽가 감소되었으며, 發芽되어진 花粉도 花粉管 伸長이 매우 느렸다고 發表하였다. Miwa¹¹⁵⁾는 Citrus tamurana에서 自家授粉된 꽃의 花粉管은 7일 이내에 子房내로 伸長되었으나 受精은 이루어지지 않았다고 보고하였으며, Lange⁹⁴⁾는 일부 柑橘에서 自家不和合性を 研究한 結果 自家授粉에서의 花粉管 伸長은 授粉 후

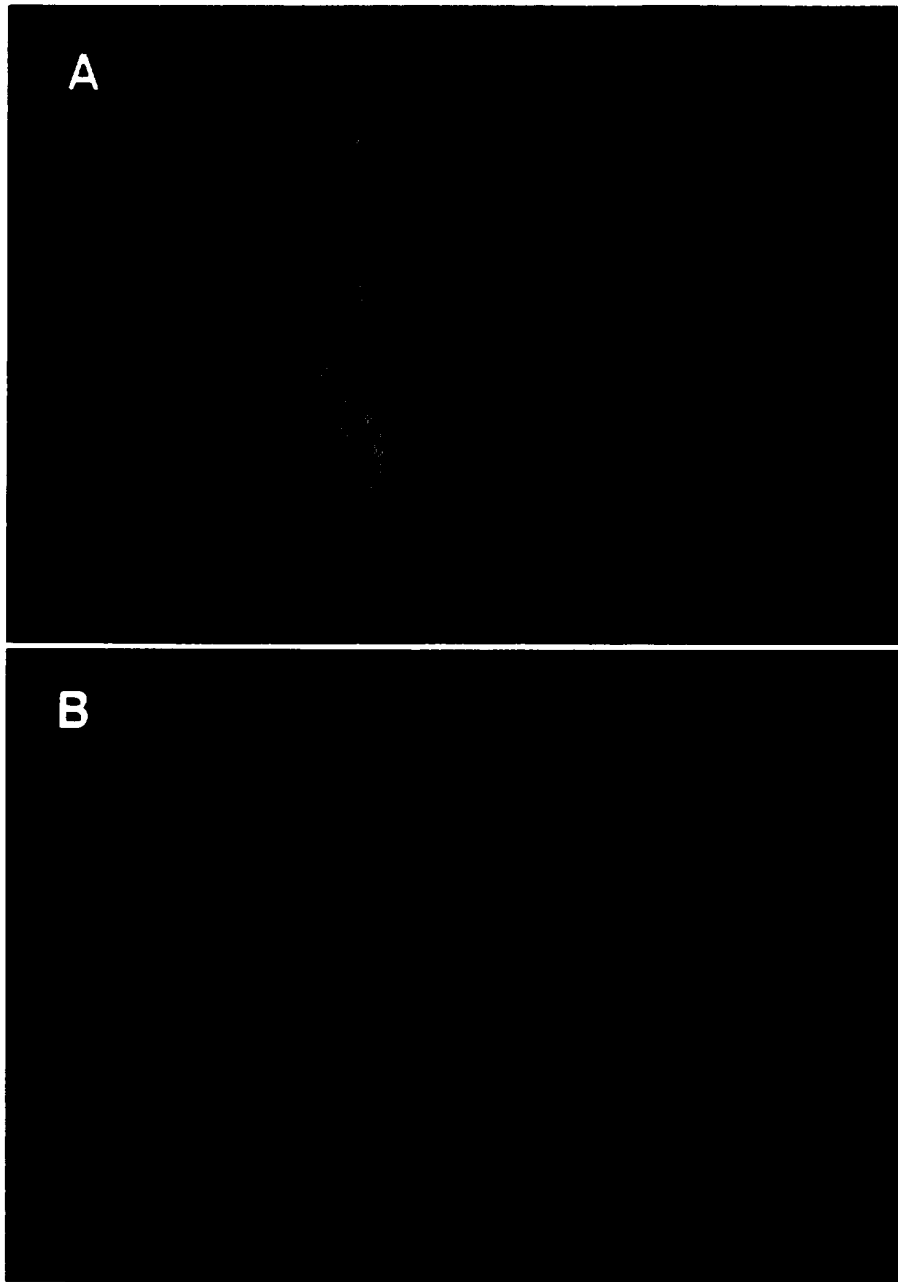


Fig. 24. A longitudinal squash of a stigma in Feijoa 72hr after self (A) and cross (B) pollination treatment.

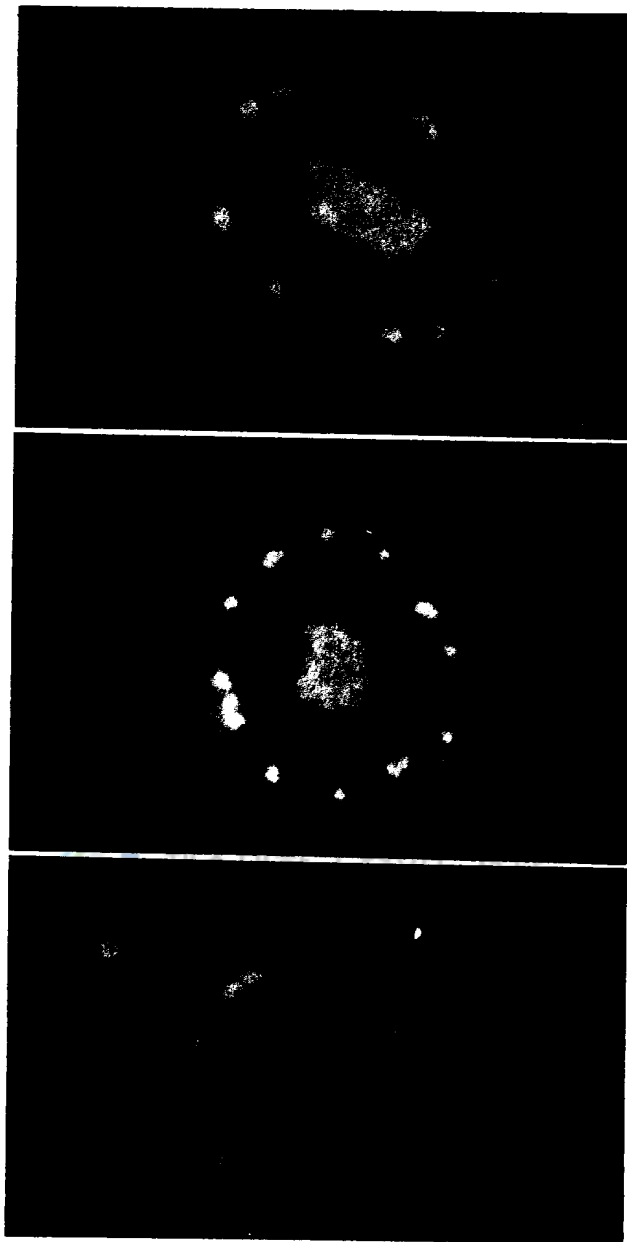


Fig. 25. A transverse section from the lower portion of a style in Feijoa 72hr after pollination (A : Self pollination, B : Cross pollination, C : Non pollination).
Pt : Pollen tube, Sc : Styler canal,
St : Sieve tube.

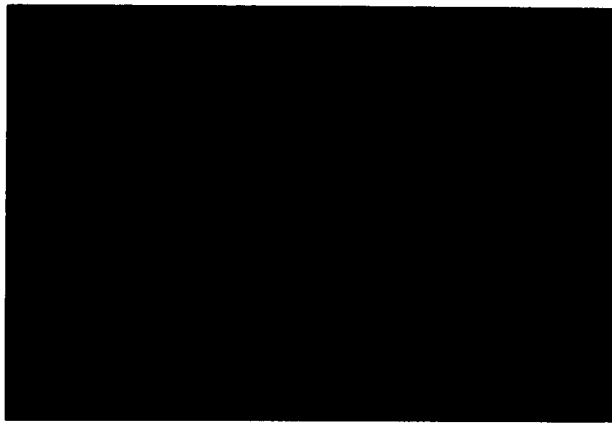
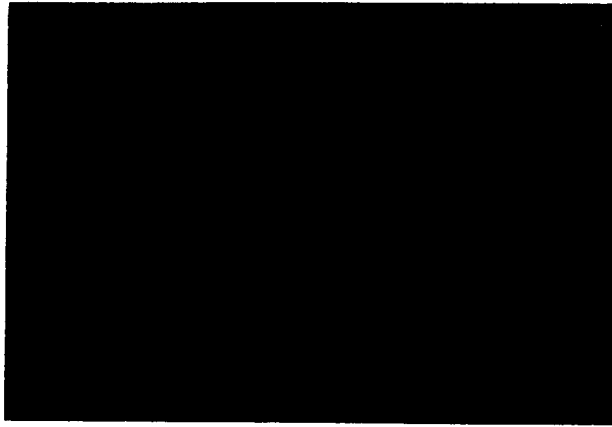


Fig. 26. Histogram of pistil near ovary stained with anilin blue and fluorescence, illustrating pollen tube penetration after self pollination in Feijoa.
(A:Nonfluorescence illumination, B:Fluorescence.)

P : Pistil, Pt : Pollen tube,
O : Ovary, S : Sieve tube.



Fig. 27. Longitudinal section of whole ovary (nonfluorescence illumination) of *Feijoa sellowiana* Berg. var. 'Mammoth'.

P : Pistil, O : Ovary,
Ov : Ovule, S : Sieve tube.



Fig. 28. Histogram of pollen tube growth after anilin blue staining in the upper portion of Feijoa ovary at 120 hr after self pollination.

(A nonfluorescence, B fluorescence illuminate.)

Pt : Pollen tube, Ov : Ovule.

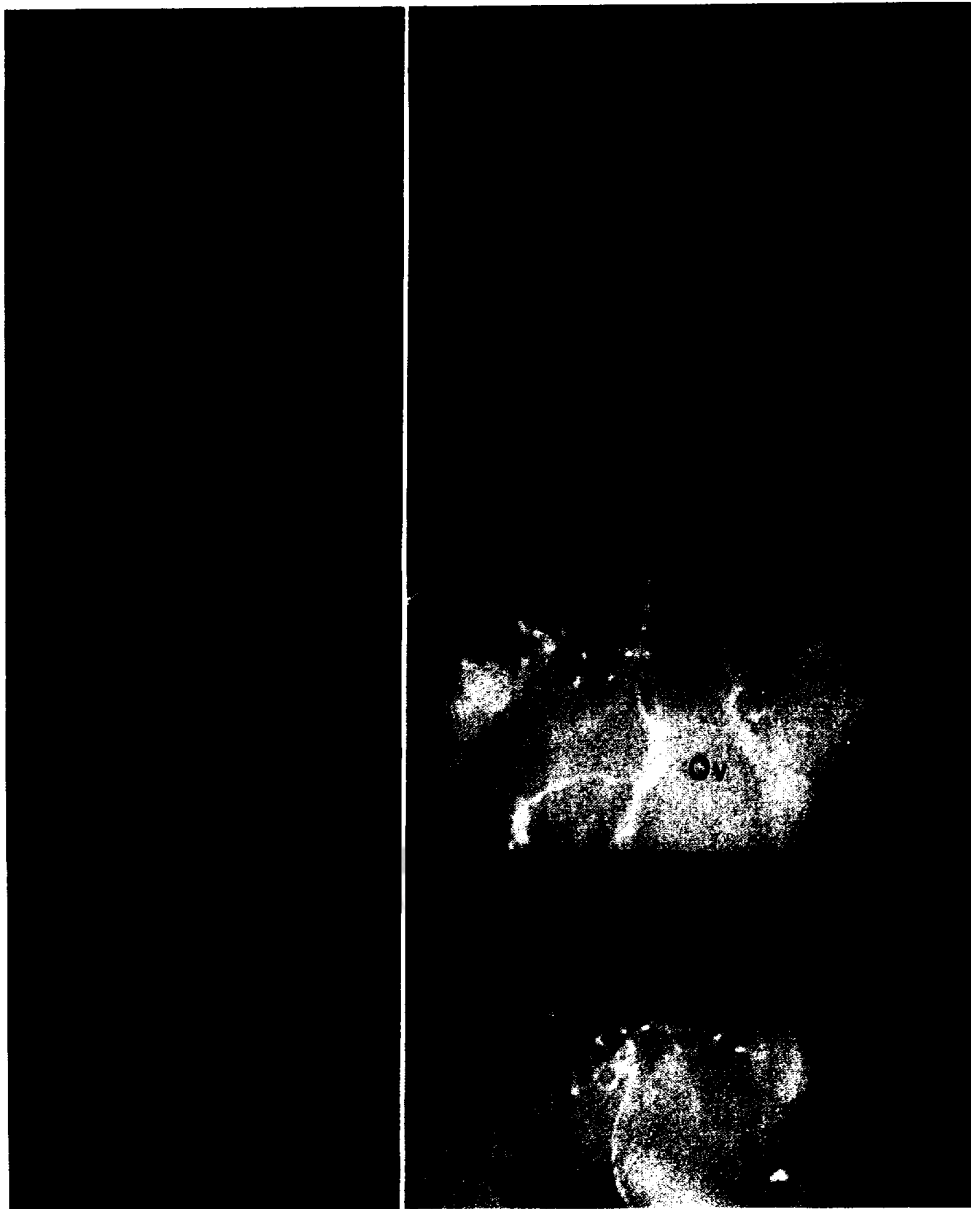


Fig. 29. Histogram of pollen tube penetration into ovary 144 hr after self pollination in Feijoa ; showing pollen tubes in ovary and entering ovules. (A Central portion of ovary, B Magnification of ovule portion.)

Pt : Pollen tube, Ov : Ovule.

9일까지 花柱의 2/5 부위까지만 伸長되었다고 하였다. 그러나 Yamashita¹⁸⁴⁾는 自家不和合性인 *Citrus tamurana*의 花器에서 授粉 5일 후 일부 花粉管이 子房내로 伸長되었음을 관찰하였는데 이는 不和合이 發現되는 部位에 따라서 花粉管 伸長이 다름을 보여 준 것이다. 일반적으로 不和合이 發現되는 部位에 따라 3型으로 分類(148, 170)되고 있는데 Knox 等⁸⁸⁾은 11단계로 細分 시켰으며, 子房內에서 發現되는 원인은 核 融合過程 그리고 受精 後 種子 發育過程에서 不和合이 發現된다고 설명하였다. Kenrick 와 Knox⁸⁵⁾는 *Acacia retinodes*의 自家不和合 원인은 ABF(anilin blue fluorescence)方法에 의한 解剖學的 觀察 結果 1) 花粉管內의 S-gene system 이 胚珠內의 珠心에서 發育停止. 2) 受精過程에서 精核과 卵細胞사이의 發現. 3) 接合 後 致死遺傳子의 活動에 의한 發現 等으로 推定하였는데 위 研究者 모두 子房內에서 發現되는 自家不和合 system은 柱頭나 花柱에서 발현되는 system보다 복잡하여 현재로서는 접근하기가 어렵다고 하였다.

웨이조아의 自家不和合에 대한 研究는 Dettori 와 Gaetano³⁴⁾가 自家不和合性인 Mammoth와 Triumph를 自家授粉 시켰을 때 96時間 以內에 모든 花粉管이 子房까지 伸長되었다고 報告하였으며, 山本¹⁸²⁾는 自家授粉時 授粉 後 3 ~ 4週째 부터 落果가 현저하여 6週째에는 着果된 것이 없다고 하여 自家不結實性임을 立證하였다. 本實驗 結果에서는 自家花粉管이 子房內 胚珠까지 伸長되어 胚珠를 완전히 감싸고 있음을 보였다. 이러한 경우 不和合의 發現은 子房型이 확실하나 그 要因에 대해서는 아직 확실치 않으며 이는 앞으로 계속 研究되어야 할 課題이다.

4) 子房抽出物 添加 培地에서의 花粉 發芽

(1) 花粉 置床前 子房抽出物 添加 子房抽出物을 培地에 첨가한 후 花粉을 置床하여 發芽率과 花粉管 伸長을 調査한 結果 置床 2時間 후에는 Coolidge 品種의 自家處理區에서 0.94%로 가장 낮은 發芽率을 보인 반면 Mammoth 自家處理區는 1.5%로 가장 높은 發芽率을 보였다. 그러나 置床 6時間 後에는 品種과 處理間에 有意性 없이 4.66% ~ 4.84% 範圍의 發芽率을 나타냈다(그림 30).

花粉管 伸長에 있어서는 그림 31에서 보는 바와 같이 花粉 置床 2시간후의 花粉管 길이가 Coolidge 自家處理區와 Mammoth 他家處理區에서 53.0 μ m이고, 그 다음은 Mammoth 自家處理區 67.3 μ m이며, Coolidge 他家處理區는 78.9 μ m로 가장 길었는데, 4시간, 6시간후에도 비슷한 경향을 보였다. 전체적으로 보면 Coolidge 花粉을 置床한 Coolidge 自家 및 Mammoth 他家處理區 보다 Mammoth 花粉을 置床한 Coolidge 他家處理區 와 Mammoth 自家處理區에서 花粉管 伸長이 양호한데 이는 表 9에서 나

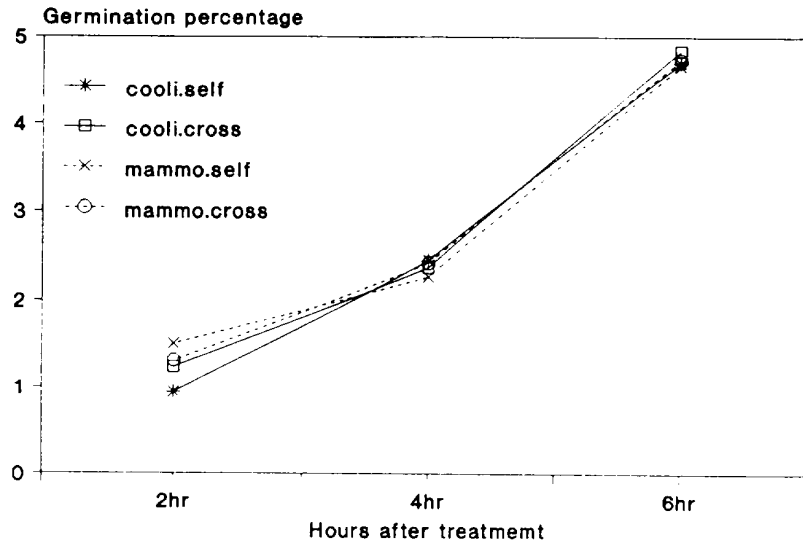


Fig. 30. Effect of the ovary extracts treatment on agar medium (with agar 1%, fructose 3%, and adjusted pH 4.5) on pollen germination of 'Coolidge' (self-compatibility) and 'Mammoth' (self-incompatibility) Feijoa.

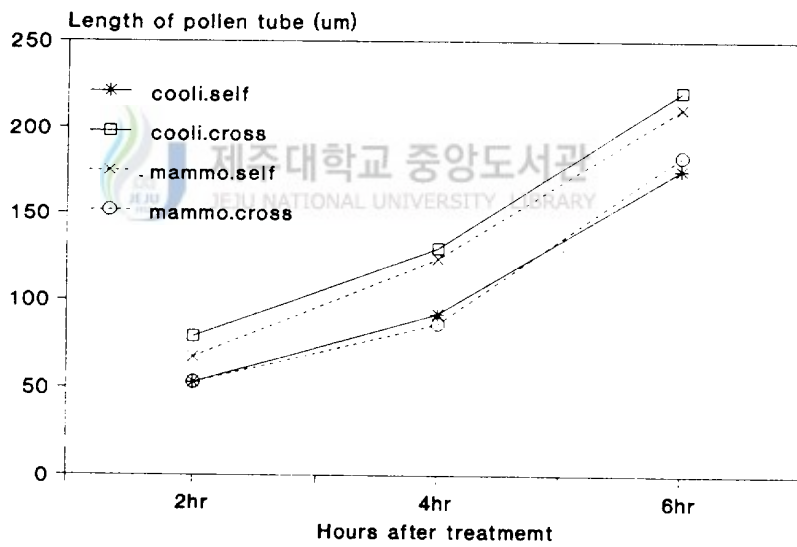


Fig. 31. Effect of the ovary extracts treatment on agar medium (with agar 1%, fructose 3%, and adjusted pH 4.5) on pollen tube elongation of 'Coolidge' (self-compatibility) and 'Mammoth' (self-incompatibility) Feijoa.

타난 결과와 같이 Mammoth 품종의 花粉管 伸長이 Coolidge 품종의 花粉管 伸長보다 양호한 결과와 일치되었다.

전반적으로 自家 및 他家 子房抽出物의 첨가는 花粉發芽와 花粉管 伸長에 큰 차이점을 볼 수 없었으나, 子房抽出物을 첨가하지 않았을 경우의 花粉發芽와 花粉管 伸長(그림 11, 表 10)과 비교하여 보면 發芽率과 花粉管 伸長이 매우 저조함을 볼 수 있어서 子房抽出物 자체가 花粉 發芽와 花粉管 伸長을 억제하는 要因임을 알 수 있으나 이러한 현상은 子房內에 함유된 phenol 狀 物質 때문인 것으로 思料된다.

(2) 花粉 置床 後 子房抽出物 處理 花粉을 培地에 置床하여 2시간이 지난 다음 子房抽出物을 自家 및 他家 條件이 되도록 處理하여 花粉과 花粉管 상태를 調査한 結果 表 15이다. 한 視野內의 發芽 花粉에 대한 花粉管 상태(正常, 부풀림, 破裂)의 비율을 조사한 결과, 花粉管 끝이 정상인 花粉은 時間이 지날수록 감소하여 처리 6시간후 Coolidge 自家處理區인 경우 3.31%로 가장 높은 비율을 보였고, Mammoth 他家處理區는 1.56%로 가장 낮은 비율을 보였는데, 전반적으로 두 品種 모두 自家處理區보다 他家處理區에서 낮은 비율을 나타냈다. 花粉管 끝이 부풀린 상태는 子房抽出物 處理 6시간 후 Mammoth 他家處理區에서 93.81%로 가장 높았고, Coolidge 自家處理區가 58.72%로 가장 낮았으나 自家 및 他家處理에 관계없이 Coolidge 品種인 경우 時間이 흐를수록 부풀림 상태가 낮아지는 반면 Mammoth 品種에서는 높아지는 비율을 보였다. 花粉管 끝이 破裂되는 현상은 處理에 관계없이 Coolidge 品種은 時間이 지남에 따라 증가되고, Mammoth 品種은 감소되는 結果를 나타내어 부풀림과 相反된 현상을 보였다. 그러나 花粉이 發芽하기 直前に 破裂되는 현상은 品種과 處理에 관계없이 子房抽出物 處理 後 時間이 지날수록 破裂 比率이 증가하여 6時間 후에는 42.02 ~ 46.89%를 보였고 두 品種 모두 他家處理區보다 自家處理區에서 破裂되는 비율이 높게 나타났는데 이는 花粉管 끝이 正常인 比率 및 破裂되는 比率과 같은 경향을 나타낸 것이다.

森田¹¹⁶⁾는 自家不和合性 배 花柱의 切片을 첨가한 배지에서는 花粉 發芽가 감소하였다고 報告한 以後 de Nettancourt¹²⁰⁾는 花粉의 器內 培養은 花粉의 發芽不能, 花粉管의 生育抑制 및 花粉管 破裂 等 自家不和合 反應의 特征적인 현상을 탐지하고 측정하는데 이용된다고 하였다. Miri 와 Rubar¹¹⁴⁾는 *Lotus corniculatus*에서 授粉되지 않은 成熟 花柱의 抽出物은 S-genotype이 동일한 경우 器內에 培養되는 花粉管 生育은 抑制되었다고 하였다. Brewbaker 와 Majumber²²⁾ 역시 *Petunia inflata*에서 花柱抽出物이 함유되어진 人工培地에서 花粉管 伸長을 認知하고 抑

Table 15. Percents of pollen and pollen tube damages by the ovary extracts of Feijoa var. 'Mammoth' and 'Coolidge' flowers. The pollen grains inoculated in medium with agar 10%, fructose 3% and adjusted pH 4.5 before the 2hr of treatment.

Ovary extracts	Varieties	Germinated pollen	Pollen Damages ^{z)}						Pollen tube damages after germination					
			Pollen Damages ^{y)}			swelling			bursting			Normal pollen tube		
			2hr	4hr	6hr ^{y)}	2hr	4hr	6hr	2hr	4hr	6hr	2hr	4hr	6hr
		Coolidge	26.84	44.12	46.82	76.13	65.47	58.72	19.81	31.08	37.96	4.06	3.46	3.32
		Mammoth	26.68	39.76	42.95	77.67	73.05	68.02	20.07	24.61	29.97	2.57	2.34	2.01
		Mammoth	29.90	38.90	46.26	75.39	82.70	93.81	21.03	13.92	12.28	3.58	3.37	3.03
		Coolidge	29.02	37.27	42.02	77.92	88.16	93.81	19.96	9.87	4.62	2.12	1.83	1.56
LSD		0.05	8.86	15.71	11.97	6.76	6.39	7.48	6.95	6.51	7.57	0.82	2.28	1.47

z) Percents of bursted pollen were calculated the one view of pollen observation.

y) The time after pollen inoculation.

制하는 요인은 花柱에 존재하는 두개의 S-allele중 하나라고 推定하였으며, 암술에서 花粉管 끝이 부풀리거나 破裂되는 것은 花粉管 伸長이 정지되는 현상으로 花柱內 RNase가 花粉管內에 침투하여 花粉管 RNA를 감소시킨 結果라고 Gray 等⁵⁷⁾은 發表하였다.

本 實驗 結果 子房抽出物을 첨가한 경우 花粉 發芽와 花粉管 伸長이 適正條件(그림 11)보다 매우 저조한 경향을 나타냈으며, 發芽된 花粉에 子房抽出物을 첨가하였을 때도 花粉管 伸長이 현저하게 抑制되었는데 이는 不和合 發現이 柱頭와 花柱에 있는 植物에서 그 抽出物의 첨가가 花粉 發芽에 억제적이라는 上記의 發表와는 다른 경향이라고 생각된다. 한편 정상적인 花柱에서 受精이 이루어지려면 珠心內에서 花粉管이 破裂되고 雄核이 방출되어야 卵細胞와 결합이 이루어진다⁷⁸⁾는 사실로 미루어 볼때 韃이조아의 不和合性은 子房에서 發現됨으로 花粉管 끝이 부풀어 오른후 시간이 지남에 따라 破裂되는 현상은 자연스런 結果라 思料된다.

5) 電氣泳動에 의한 子房內 蛋白質 및 酵素의 分離

自家授粉된 꽃에서 花粉管이 子房內 胚珠까지 伸長되었으며, 子房抽出物이 添加된 培地의 花粉 發芽 實驗에서도 自家 및 他家處理 사이에 차이점을 발견하지 못하던 바, 自家 및 他家授粉된 子房의 蛋白質, peroxidase, esterase의 活性을 等電點 電氣泳動에 으로 조사하였다. 그 결과 自家및 他家授粉된 Mammoth 품종의 子房內 蛋白質 band 樣狀은 큰 차이점을 보이지 않았다(그림 32).

Peroxidase 酵素의 경우 잎과 줄기에서는 형성되지 않았던 band가 子房에서 형성되었는데 이 推定的인 specific peroxidase band는 授粉直前의 子房에서는 活性이 매우 약하였으나 授粉 後 時間이 지남에 따라 모든 子房에서 活性이 높았다 (그림 33).

Esterase의 活性 band(그림 34)는 잎과 줄기에서 매우 미약하였고, 이와 동일한 band가 子房에서는 無授粉區와 自家授粉區에서 희미하게 보였는데 他家授粉區의 경우 처음에는 이 band가 없다가 授粉 後 9日과 12日의 子房에서는 동일하게 형성되었다. 또한 pH 3.5쪽에 형성된 band는 營養器官인 잎과 줄기에서는 형성이 되지 않고 子房에서만 형성되었으나 自家授粉과 他家授粉 間의 차이점은 인정할 수 없었다.

Sedgley¹⁴⁹⁾는 *Brassica oleracea*의 柱頭 抽出物에서 specific S-protein은 異形接合體보다 同形接合體에서 두배나 많았다고 보고하였으며, Hinata 等⁶⁸⁾은 柱頭에서 발견되어진 S-glycoprotein은 다른 部位에서는 발견할 수 없었다고 하였다.

Nasrallah 等¹¹⁷⁾은 Cabbage의 自家不和合은 電氣泳動에서 分離되어진 蛋白質 band가 특이하였다고 하였고, Li와 Taso⁹⁸⁾는 *Lilium longiflorum*의 不和合에는 noncovalently bound protein이 隨伴된다고 하였다. *Nicotiana alata*의 自家不和合性은 S-specific protein이 관여하는데 이는 ribonucleases(RNase)이며, 이 RNase는 不和合授粉 後 花粉 RNA의 S-allele를 감소시킨다¹¹¹⁾고 알려져 있으며, McClure 等¹¹²⁾은 RNase의 specific activity는 自家和合種인 *N. tabacum*보다 不和合種인 *N. alata*에서 100~1000배 높다고 발표하였다.

Peroxidase와 esterase^{酵素}가 不和合의 S-specific protein과 상호관련이 있다는 연구는 *Nicotiana alata*^{7, 128, 130)}, *Lilium longiflorum*^{33, 130)} 등의 식물에서 遂行되었는데 특히 peroxidase인 경우 Pandey¹²⁸⁾인 不和合을 조절하는 S-allele의 發現에 peroxidase가 隨伴된다고 하였으며, Bredemeijer^{19, 20)}는 *Nicotian alata*의 花柱에서 peroxidase의 band중에 P-10의 活力은 auxin에 의해 유기되어진 ethylen^{活力}에 기초가 된다고 하였다. 본 실험 결과 自家授粉이나 他家授粉 모두 단백질과 효소의 band상에 特異한 樣狀은 없었는데 이는 韃이조아의 自家不和合性은 子房內에서 受精 단계, 또는 受精 이후에 未知의 물질에 의해 發現되는 것으로 推定되어 앞으로 지속적인 연구가 요구된다.



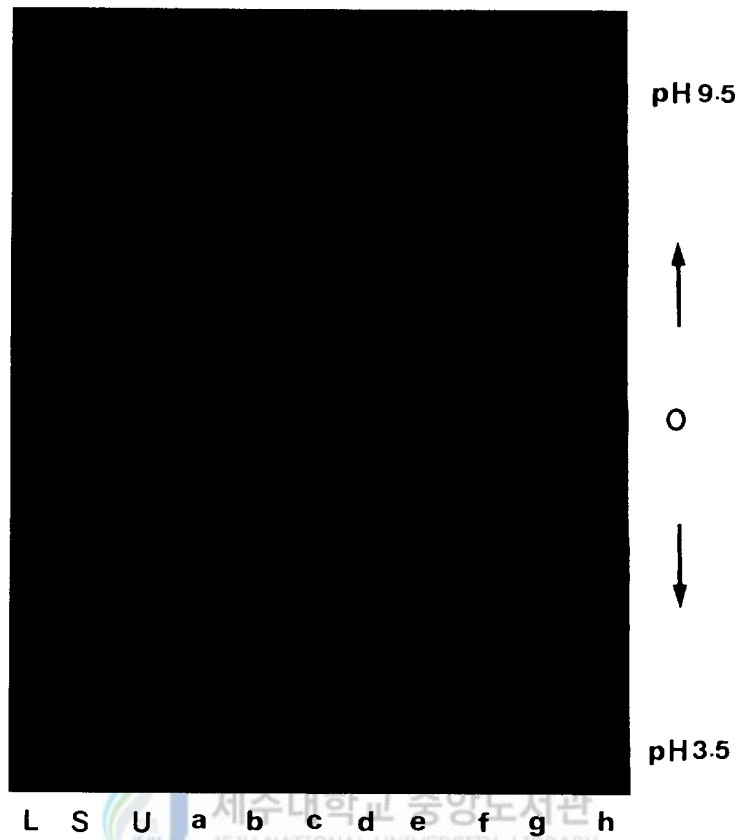


Fig. 32. Total protein patterns of leaf, stem, and ovaries of *Feijoa sellowiana* Berg. var. 'Mammoth' by IEF electrophoresis. Ovaries samples were harvested at 3 days interval after self and cross pollination and extracted with buffer solution.

L : Leaf, S : Stem, U : Unpollination,
 a : 3 days after self pollination,
 b : " cross pollination,
 c : 6 days after self pollination,
 d : " cross pollination,
 e : 9 days after self pollination,
 f : " cross pollination,
 g : 12 days after self pollination,
 h : " cross pollination.

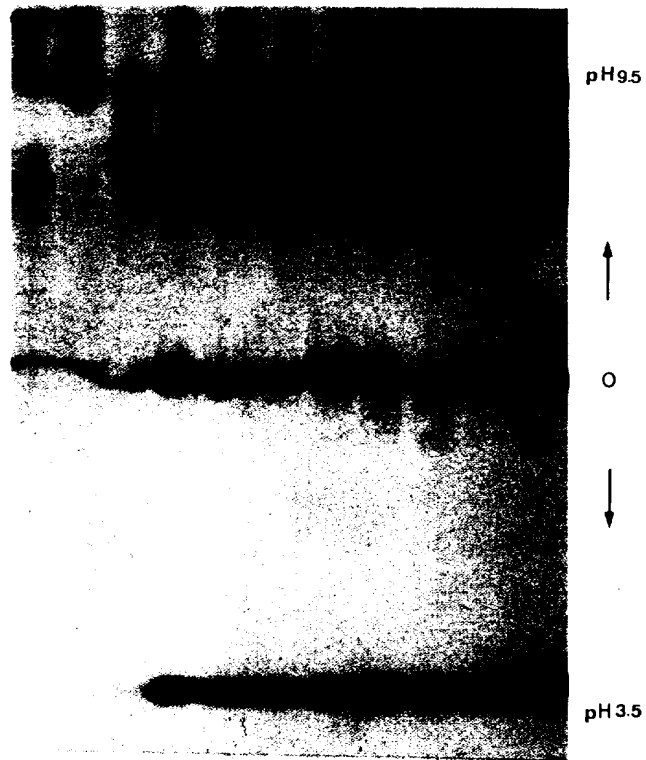


Fig. 33. Peroxidase isoenzyme patterns by IEF electrophoresis of leaf, stem, and ovaries with unpollinated or pollinated *Feijoa sellowiana* Berg. var 'Mammoth'. Ovaries harvested a 3 days interval after self and cross pollination.

- L : Leaf, S : Stem, U : Unpollination,
 a : 3 days after self pollination,
 b : " cross pollination,
 c : 6 days after self pollination,
 d : " cross pollination,
 e : 9 days after self pollination,
 f : " cross pollination,
 g : 12 days after self pollination,
 h : " cross pollination.

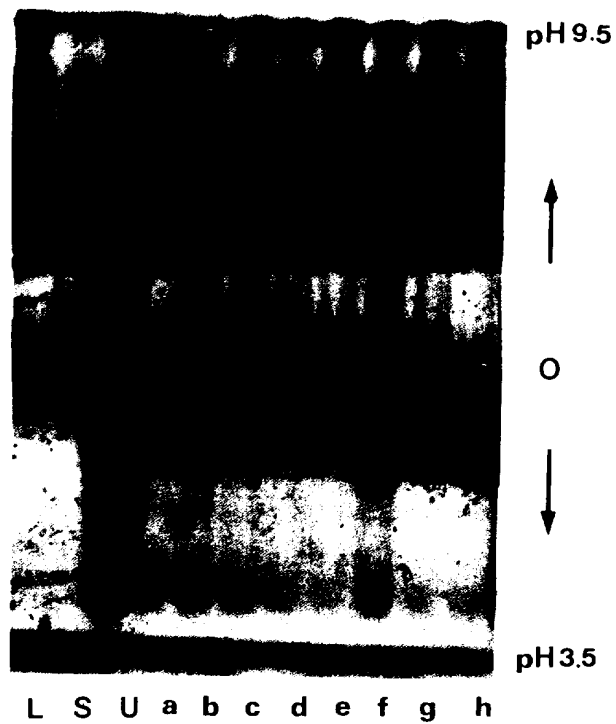


Fig. 34. Esterase isoenzyme patterns by IEF electrophoresis of leaf, stem, and ovaries with unpollinated or pollinate *Feijoa sellowiana* Berg. var 'Mammoth'. Ovaries harvested a 3 days interval after self and cross pollination.

L : Leaf, S : Stem, U : Unpollination,
 a : 3 days after self pollination,
 b : " cross pollination,
 c : 6 days after self pollination,
 d : " cross pollination,
 e : 9 days after self pollination,
 f : " cross pollination,
 g : 12 days after self pollination,
 h : " cross pollination.

綜 合 考 察

濟州道內에는 여러가지 亞熱帶 果樹가 栽培되고 있는데 韃靼조아는 導入된지 10年이 지나도록 栽培技術 未洽과 認識不足 등으로 보급이 부진한 상태이다. 이는 開花時 강우에 의한 授粉 媒介昆蟲의 활동억제, 人工授粉의 未洽으로 인한 着果不良, 摘心 및 摘果作業이 이루어지지 않아 樹體內의 養分競爭으로 인한 大果生産이 적었기 때문이라 推定된다. 따라서 本 研究는 韃靼조아 栽培를 위한 生育特性 調査, 自家不和合性이 인정된다는 研究 結果가 發表^{58, 134, 135, 182)}되어 그 현상과 原因 究明, 그리고 自家不和合성에 대한 基礎資料를 얻고자 함과 아울러 人工授粉時 필요한 花粉 發芽 研究 등을 실시하였다.

生育特性을 調査한 結果 가지와 잎 등의 營養生長과 果實 肥大가 정상적으로 이루어졌으며, 開花는 6월 上旬부터 약 1個月間 지속되는데 6월 上中旬에 開花한 것이 果實 品質이 우수하였다. 이 時期는 장마철이지만 장마 초기인 관계로 맑은 날이 많아 충분한 授粉樹와 媒介昆蟲이 있으면 着果率을 높일 수 있고, 일단 着果가 되면 그 果實은 品質이 우수하여 商品價値가 높을 것으로 생각된다. 또한 着果 後 適當한 摘果作業은 樹體內의 養分 競爭이 안정되어 果實 肥大가 순조롭고 이듬해 健實한 結果枝를 발생시킬 수 있는 結果母枝가 자란다. 비 날씨와 같은 불량환경 때문에 媒介昆蟲이 활동할 수 없거나 활동시간이 짧을 경우 人工授粉은 꽃의 柱頭에서 빠른 시간내에 花粉을 發芽 시킴으로써 빗물 등에 의한 授粉 妨害를 극복하여 충분한 授粉이 이루어져 早期 着果率이 높고, 品質이 좋은 果實이 收穫될 수 있다고 생각된다. 韃靼조아 栽培에 있어서 缺點은 습한 土壤에서 枯死되기 쉽고 나무가 물려서 風害를 받기 쉬운 점이라고 Blanchet 와 Hevin¹⁷⁾이 報告하였는데, 우리나라인 경우 6 ~ 7월의 장마기간과 7 ~ 9월의 태풍내습으로 염려가 된다. 이는 防風 樹 栽植과, 排水施設을 보완하고, 本 研究에서 立證되어진 장마초기의 氣象을 적극 활용하고 開花時 人工授粉과 媒介昆蟲의 放飼로 충분한 授粉이 이루어진다면 濟州 道에서도 충분히 韃靼조아 栽培가 가능한 것으로 판단되었다.

寒天培地에서 遂行된 花粉 發芽 實驗에서 다른 作物과는 매우 다른 結果를 보였다. 즉 3 ~ 5% 濃度の 果糖과 葡萄糖 添加, pH 4.5와 같은 條件에서 韃靼조아의 花粉 發芽와 花粉管 伸長이 매우 양호한 것은 다른 作物인 경우 매우 억제적인 條件인 것이다. 이러한 원인이 韃靼조아 花粉이 지니고 있는 독특한 發芽 特性 때문인

지. 또 花柱에서도 이와 같은 條件인지는 앞으로 研究되어야 할 것이다. 한편 H_3BO_3 의 添加는 韃이조아의 花粉 發芽에 매우 촉진적이었다. 이는 人工授粉時 花粉 稀釋制와 H_3BO_3 를 花粉과 함께 混合하여 사용한다면 人工授粉의 效果를 상승시킬 수 있는 要件이 될 것이다. 또한 供試 品種중에서 花粉 發芽와 花粉管 伸長에 좋은 성적을 보여준 Gemini, Apollo 와 Mammoth를 果實生産을 위한 主要 樹種으로 選定 하여 서로 混植할 경우 좋은 結果가 나올 것이라 기대되며, 以前에 授粉樹로 植栽 되었던 Coolidge인 경우는 新品種 育成을 위한 品種으로 區分 植栽가 바람직하다고 思料된다.

植物의 自家不和合性은 그 반응이 柱頭에서 나타나는 植物, 花柱內에서 나타나는 植物, 그리고 子房內에서 나타나는 植物로 分類된다. 韃이조아를 自家 및 他家授粉을 실시한 結果 自家不和合性임을 재확인하였다. 따라서 自家不和合 반응이 어느 部位에서 發現되는지를 究明하고자 花粉의 形態的 觀察, 授粉 後 花粉管 伸長, 子房 抽出物에서 花粉 發芽 等の 實驗에서 韃이조아의 自家不和合 반응은 子房內에서 發現되는 것으로 확인 되었다. 그러나 子房內의 어떤 機作에 의하여 發現되는지를 蛋白質과 酵素 分離 實驗으로 추정하고자 하였으나 自家授粉과 他家授粉 間에 차이 점은 발견되지 않았다. 이는 Knox 等⁸⁸⁾이 子房內에서의 自家不和合은 配偶者의 核融合過程, 受精後 種子發育過程 에서 發現된다는 推論과, Kenrick 와 Knox⁸⁵⁾가 *Acacia retinodes*의 自家不和合은 子房型인데 接合後 致死遺傳子의 活動에 의한 要因이라고 推定한 사실에서 韃이조아의 自家不和合 要因도 이와 같다고 推測되며 이에 대한 研究는 앞으로 持續的으로 遂行되어야 할 것으로 思料된다.



摘 要

1. 웨이조아의 生育特性 調査

웨이조아(*Feijoa sellowiana* Berg.)를 國內에 널리 認識시키고, 濟州道 및 南海岸 一部地域에서 栽培의 可能性을 調査하기 위하여 1984년에 濟州도에 導入된 웨이조아의 4品種(Mammoth, Triumph, Robert 그리고 Coolidge)을 供試하여 植物學的 特性을 栽培的인 面에서 遂行하였다. 줄기의 伸長은 4가지 形態로 구분되었고 이중 春枝와 夏枝, 春枝와 秋枝가 伸長된 줄기가 健實하였으며, 가지의 分枝角度는 52.8°~58.3°인데 Triumph 品種이 가장 좁았다. Mammoth 品種의 일부 가지는 着葉 形態가 1개의 節間에 3葉 또는 2/5葉序를 갖는 單葉이 着葉되어 變異性을 나타냈다. 品種間의 春枝의 잎과, 다른 生長期에 伸長되어진 가지間의 잎에서 葉長, 葉幅, 葉形指數를 調査하였고, 葉面積은 Mammoth 品種(13.12cm²)과 秋枝上의 葉(13.54cm²)이 가장 넓었으나 節間長은 夏枝에서 가장 길었다(2.59cm). 新梢 生長이 계속되면서 계절이 바뀔때 마다 生長이 일시 停止되었는데 이러한 구분은 葉面積과 節間길이에서 뚜렷이 구분되었다. 成葉과 老葉에서 葉의 裏面에 그을음病 증상을 보였고, 纖毛는 老葉이 될수록 主脈에서 除毛됨을 보였다. 꽃은 雌蕊가 雄蕊보다 길어 異形蕊的인 花器構造를 나타냈다. 開花 4일째에는 일부 雄蕊가 脫落하였고, 新梢의 첫째와 둘째마디에서 開花된 꽃의 開花期는 6월 3일부터 12일까지였고 이 時期의 氣象은 강우가 빈번하여 착과를 불량하게하는 요인으로 인정되었다. 11월에 收穫된 果實은 果重, 種子數, 果肉含量 및 糖度 사이에 高度의 有意性이 인정되었고, 正의 相關關係가 성립되었다.

2. 花粉 發芽에 대한 研究

웨이조아의 着果率을 높이기 위해서 花粉生理 研究와 自家不和合性的 基礎資料를 얻어야 함으로 器內에서 花粉 發芽 實驗을 실시하였으며 그 結果는 다음과 같다.

1) 花粉 發芽와 花粉管 伸長의 適定 溫度 30°C이었으며, 35°C 이상과 20°C 이하에서는 抑制되었다.

2) 發芽用 培地에 첨가되어진 糖의 種類와 濃度에 있어서 花粉 發芽는 2~3% 果糖, 5%의 葡萄糖이 가장 양호하였고, 蔗糖은 發芽率이 매우 저조하였다. 花粉管 伸長에서는 5%의 葡萄糖이 가장 양호하였으며, 3%의 蔗糖, 3% 果糖 順이었다.

3) 培地内の 酸度는 pH 3.5에서 花粉 發芽와 花粉管 伸長 모두 양호하였으며, pH 3.0, pH 4.0 順이었다.

4) 培養 容器内の 濕度에 있어서는 濕度가 높을 수록 發芽율과 花粉管 伸長이 양호하였다.

5) 花粉 貯藏 溫度에 따른 發芽는 室溫에서 貯藏된 花粉은 4주째 완전히 發芽能力을 상실하였으며, 0°C와 -25°C에서 貯藏된 花粉은 9주까지 發芽能力을 그대로 유지하였으나 花粉管 伸長은 5주째부터 감소되었다.

6) pH 5.5 蔗糖 20%가 함유된 培地에서의 boric acid는 花粉 發芽와 花粉管 伸長에 효과적이었으며 50mg/l 첨가시 가장 좋았다.

7) 品種間 花粉 發芽는 Gemini, Robert, Apollo 順이었으며 花粉管 伸長은 Apollo, Mammoth, David 順이었고, Coolidge는 花粉 發芽와 花粉管 伸長 모두 다른 品種에 비하여 低調하였다.

3. 自家不和合성에 관한 研究

自家 不和合 品種인 Mammoth에서 自家不稔要因을 追跡하기 위하여 結實率, 花粉의 形態, 花柱와 子房에서의 花粉管 伸長, 花粉發芽 培地에 子房抽出物の 添加, 等電點 電氣泳動法에 의한 子房內 蛋白質, peroxidase, esterase의 分離에 對하여 遂行된 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 自家 및 他家授粉에 의한 着果率은 他家授粉時 68.2%의 結實率을 보인 반면 自家授粉을 실시한 경우 9.2%로 結實率이 극히 低調하였고, 果重, 果肉, 糖度 等 果實의 外的形質도 他家授粉에 의한 果實이 自家授粉보다 良好하였다.

2) 웨이조아 化分の 미세구조는 3개의 發芽溝를 갖는 三孔溝形(tricolporate)이며 外벽이 陷沒되어 周鉢과 같은 형태를 유지하였고 花粉의 표면 무늬는 顆粒狀(verrucate)이었다. 自家 和合 品種과 自家 不和合 品種간에는 미세구조 차이를 발견할 수 없었으나 Gemini, Robert, David, Mammoth는 弱短溝形(oblate spheridal) 이었고, Apollo와 Triumph는 亞短溝形(suboblate)이며, Coolidge는 弱長溝形(prolate speroidal) 이었다. 化分の 크기에서 Gemini와 Apollo는 Triumph와 Coolidge의 中間的 形質을 보였다.

3) 花柱에서 花粉管 伸長은 自家 및 他家授粉 모두 柱頭에서 정상적으로 發芽하였으며, 授粉 3일후에는 대부분의 花柱에서 花粉管이 花柱 基部에 도달하였고, 일부는 子房內로 伸長되었다. 授粉 6일째에는 花粉管이 胚珠까지 伸長되어 胚珠를 감싸고 있는 상태를 보였다.

4) 子房抽出物を培地に 첨가한 경우 花粉發芽와 花粉管伸長이 현저히 抑制됨을 알 수 있었으며, 花粉이 發芽된 後 子房抽出物 添加는 花粉管 끝이 부풀림, 破裂 등으로 花粉管 伸長이 停止되었으나, 自家 및 他家 處理間에 有意차가 없었으므로 韃이조아의 子房抽出物은 自家不和合과 關係가 없었다.

5) 自家 및 他家授粉 後 12일까지의 子房에서 蛋白質, peroxidase 및 esterase 酵素는 卵과 珠기에서 볼 수 없는 specific band가 나타났으나 自家 및 他家授粉된 子房間에는 差異가 없었다.

以上的 結果에서 韃이조아의 自家不和合性은 花粉管이 子房內의 胚珠에서 未知의 機作에 의해 發現되는 子房型이다. 自家不和合性の 發現 原因은 配偶者의 核融合 過程 또는 受精 後 致死遺傳子の 活動때문이라고 推定된다.

引 用 文 獻

1. Adriance, G. W. 1931. Factors influencing fruit setting in the Pecan. Bot. Gaz. Vol.91:144-166.
2. Ahmedullah, M. 1983. Pollen morphology of selected *Vitis* cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(1):155-160.
3. Akhund-Zade, I. M. and R. Sh. Muzaferora. 1984. Viability of feijoa pollen stored in different ways. Izvestiya Akademii Nauk Azerbaidzhanskoi SSR, Biologicheskikh Nauk, No.6:55-58.
4. Akihama, T., M. Omura, and I. Kozaki. 1978. Further investigation of freeze-drying for deciduous fruit tree pollen. Long term preservation of favorable germ plasma in arboreal crops. Fruit Tree Res. Sta. Ibaraki, pp. 1-7.
5. Amjad, S., L. S. Satayanaryana, and B. Ray. 1969. Studies in the pollen morphology and physiology of sixty grape varieties. J. Palynology 5:30-36.
6. Anderson, M. A., E. C. Cornish, S. -L. Mau, E. G. Williams, R. Hoggart, A. Atkinson, I. Boning, B. Grego, R. Simpson, P. T. Roche, J. D. Haley, J. D. Penschow, H. D. Niall, G. W. Tregear, R. J. Crawford, and A. E. Clarke. 1986. Cloning of cDNA for a stylar glycoprotein associated with expression of self-incompatibility in *Nicotiana glauca*. Nature 321:38-44.
7. Anon. 1985. New Zealand horticulture statistics 1979. Wellington, Media Services, New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries.
8. Anon. 1988. New Zealand external trade statistics : exports. Department of Statistics, Wellington, N. Z.
9. Arobeldze, S. M. and G. M. Gorgoshidze. 1981. The question of frost resistance in feijoa. Subtropicheskie Kul'tury, No.5:64-68.
10. Asami, Y. and F. Hayami. 1935. The growth of pollen tubes in incompatible pollinations of Japanese pears. Journal of the Horticultural Association of Japan, Vol.5:222-232.
11. Baba-Zada, F. I. 1984. Chemical-technological evaluation of feijoa fruits and their processed products. Subtropicheskie Kul'tury, No.2:39-41.

12. Bailey, F. L. 1952. Culture of feijoa trees. *N. Z. J. Agric.* 84:291-296.
13. Barbakadze, T. P. and N. K. Gogatadze. 1989. Feijoa cultivation in Western Georgia. *Subtropicheskie Kul'tury* No.6:26-31.
14. Bateman, A. J. 1952. Self-incompatibility systems in angiosperms. *Heredity* 6(3):285-310.
15. Berrie, G. K., A. Berrie, and J. M. O. Eze. 1987. *Tropical plant science*. John Wiley & Sons, Inc. New York, pp.185-204.
16. Birrenkott, B. A. and E. J. Stang. 1989. Pollination and pollen tube growth in relation to Cranberry fruit development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 11(5):733-737.
17. Blanchet, P. and R. Hevin. 1982. First indications of the possibilities of feijoa growing in France. *Arboriculture Fruitière* 29(340):43-46.
18. Bredemeijer, G. M. M. 1973. Peroxidase activity and peroxidase isoenzyme composition in self-pollinated, cross-pollinated and unpollinated styles of *Nicotiana alata*. *Acta Bot. Neerl.* 23:149-157.
19. Bredemeijer, G. M. M. 1982. Mechanism of peroxidase isoenzyme induction in pollinated *Nicotiana alata* styles. *Theor. Appl. Genet.* 62:305-309.
20. Bredemeijer, G. M. M. 1984. The role of peroxidases in pistil-pollen interactions. *Theor. Appl. Genet.* 68:193-206.
21. Bredemeijer, G. M. M. and J. Blass. 1980. Do S allele-specific peroxidase isoenzyme exist in self-incompatibility *Nicotiana alata*. *Theor. Appl. Genet.* 57:119-123.
22. Brewbaker, J. L. and S. K. Majumber. 1961. Cultural studies of the pollen population effect and the self-incompatibility inhibition. *Amer. J. Botan.* 48:457-464.
23. Brewbaker, J. L. 1959. Biology of the angiosperm pollen grain. *Ind. J. Gent. Plant Breed.* 19:121-133.
24. Brewbaker, J. L. and B. H. Kwack. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *Amer. J. Bot.* 50(9):859-865.
25. Cacioppo, O. 1985. And after actinidia here is the feijoa. *Informatore Agrario* 41(2):56-58.
26. Callan, N. W. and Thompson, M. M. 1986. Exogenous sugars overcome

- incompatibility in hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Theor. Appl. Genet.* 71:657-661.
27. 趙顯模, 金有煥, 高光出. 1982. 개암의 花粉生理에 關한 研究, 韓園誌. 23(1): 32-42.
 28. Christen, J. E., H. T. Horner, and N. R. Lerten. 1972. Pollen wall and tapetal orbicular wall development in *Sorghum. bicolor* (Gramineae). *Amer. J. Bot.* 59:43-58.
 29. Corriveau, J. L., L. J. Goff, and A. W. Coleman. 1989. What happens to organelle DNA in pollen? pp.189. In: E. Lord and G. Bernier. (ed.) *Plant reproduction : From floral induction to pollination.* American Society of Plant Physiologists, Maryland.
 30. Crane, J. C., H. I. Forde, and C. Daniel. 1974. Pollen longevity in *Pistacia*. *Calif. Agr.* 28(11):8-9.
 31. Crang, R. E. and M. A. Millay. 1972. Microscopical studies of *Lychnis alba* pollen walls during germination. *Grana* 12:87-92
 32. Davis, L. E. and A. G. Stephenson. 1987. Pollen competition improves performance and reproductive output of the common Zucchini Squash under field conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(4):712-716
 33. Desborough, S. and S. J. Peloquin. 1968. Disc-electrophoresis of proteins and enzymes from styles, pollen and pollen tubes of self-incompatible cultivars of *Lilium longiflorum*. *Theor. Appl. Genet.* 38(8):327-331.
 34. Dettori, M. T. and R. di Gaetano. 1991. *Feijoa sellowiana* : floral biology. *Advances in Horticultural Science* 5(1):11-14.
 35. Dickinson, D. B. 1978. Influence of borate and pentaerythritol concentrations on germination and tube growth of *Lilium longiflorum* pollen. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(3):413-416.
 36. Dickinson, H. G. and D. Lewis. 1973. Cytochemical and ultrastructural differences between intraspecific compatible and incompatible pollinations in *Raphanus*. *Proc. Roy. Soc. London, Series B* 183:21-28.
 37. Dickinson, H. G. and D. Lewis. 1974. Changes in the pollen grain wall of *Linum grandiflorum* following compatible and incompatible intraspecific pollinations. *Ann. Botan.* 38:23-29.

38. Dickinson, H. G. and L. J. Bonner. 1989. Pollination. pp.133-157.
In: Wright, C. J.(ed.) Manipulation of fruiting. Butterworth & Co. Ltd.
Wellington
39. Dulberger, R. 1975. Intermorph structural differences between stigmatic
papillae and pollen grains in relation to incompatibility in
Plumbaginaceae. Proc. Roy. Soc. London, Series B 188:257-274.
40. Dumas, C. and R. B. Knox. 1983. Callose and determination of pistil
viability and incompatibility. Theor. Appl. Genet. 67:1-10.
41. East, E. M. 1940. The distribution of self-sterility in flowering plants.
Proc. Amer. Philos. Soc. 82:449-518.
42. El Ahmad, A. B. and M. Allen Steven. 1979. Reproductive responses of
heat-tolerant tomatoes to high temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci.
104(5) : 686-691.
43. Endt, D. T. W. 1978. The feijoa - a fruit with a future. Fruit and
produce. Nov. 14-15.
44. Facticeau, T. J. and K. E. Rowe. 1981. Response of Sweet Cherry and
Apricot pollen tube growth to high levels of sulfur dioxide. J. Amer.
Soc. Hort. Sci. 106(1):77-79.
45. Ferrari, T. E. and D. H. Wallace. 1977. A model for self-recognition and
regulation of the incompatibility response of pollen. Theor. Appl. Genet.
50:211-225.
46. Fogle, H. W. 1977. Identification of tree fruit species by pollen
ultrastructure. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(5):548-551.
47. Fogle, H. W. 1977. Identification of clones within four tree fruit
species by pollen exine patterns. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(5):
552-560.
48. 福井正夫. 1985. フェイジョア. p.695-715. 果樹全書, 特産果樹. 農山漁村文化
協會編. 東京.
49. 福島忠昭·中島早苗·原田公平·小林 章. 1968. ビワならびにモモ花粉の發芽に
およぼす温度と化學物質添加の影響. 京大食研報告. 31:19-25
50. Gaude, T., A. Friry, P. Heizmann, C. Mariac, M. Rougier, I. Fobis, and
C. Dumas. 1993. Expression of a self-incompatibility gene in a self-

- compatible line of *Brassica oleracea*. *The Plant Cell*, 5:75-86.
51. Gibson, M. G. 1986. The feijoa - a fruit with more than just a little promise. *The Orchardist of New Zealand* 57:216-217.
 52. Goldy, R. G., C. E. Mumoz, and P. M. Lyrene. 1984. Pollen morphology of some *Vaccinium* species and their hybrids. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(2):237-244.
 53. Goliadze, Ⴀ. K. and B. D. Tutberidze. 1970. Some data on the biology and cultivation of feijoa seedlings. *Subtropicheskie Kul'tury* No.1:102-105.
 54. Goliadze, Ⴀ. K., B. D. Tutberidze, and K. G. Nizharadze. 1974. The phenology of growth and development of different feijoa cultivars and forms. *Subtropicheskie Kul'tury* No.4:71-74.
 55. Goring, D. R., T. L. Glavin, U. Schafer, and S. J. Rothstein, 1993. An S receptor kinase gene in self-compatible *Brassica napus* has a 1-bp deletion. *The Plant Cell* 5:531-539.
 56. Grant, C. A. 1971. A scanning electron microscopy survey of some Maydeae pollen. *Grana* 12:177-184.
 57. Gray, J. E., B. A. McClure, I. Bönig, M. A. Anderson, and A. E. Clarke. 1991. Action of the style product of the self-incompatibility gene of *Nicotiana glauca* (S-RNase) on in vitro-grown pollen tubes. *The Plant Cell* 3: 271-283.
 58. Gvasaliya, G. B. 1968. Characteristics of fruit set in feijoa. *Subtropicheskie Kul'tury*. No. 4:78-82.
 59. Gvasaliya, G. B. 1974. Heterocarpy in feijoa. *Subtropicheskie Kul'tury* No.3:82-86.
 60. Halterlein, A. T., C. D. Clayberg, and I. D. Teare. 1980. Influence of high temperature on pollen grain viability and pollen tube growth in the styles of *Phaseolus vulgaris*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:12-14.
 61. Haring, V., J. E. Gray, B. A. McClure, M. A. Anderson, and A. E. Clarke. 1990. Self-incompatibility : A self-recognition system in plants. *Science* 250:937-941.
 62. Harman, J. E. 1987. Feijoa fruit : growth and chemical composition during development. *N. Z. J. Experi. Agri.* 15:209-215.

63. Harrington, F. B. 1954. Delicate-flavoured feijoa resists highveld frosts. *Fmr's Wkly, S. Afr.*, January 13. pp.46.
64. Hauser, E. J. P. and J. H. Morrison. 1964. The cytochemical reduction of nitro blue tetrazolium as index of pollen viability. *Amer. J. Bot.* 51:748-752.
65. Henny, R. J. 1980. Relative humidity affects in vivo pollen germination and seed production in *Dieffenbachia maculata* 'Perfection'. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(4):546-548.
66. Henny, R. J. 1985. In vivo pollen germination of *Aglaonema* affected by relative humidity. *HortScience* 20(1):142-143.
67. Hévin, R. 1980. After actinidias, feijoas? *Revue Horticole*, No.205:35-40.
68. Hinata, K., T. Nishio, and J. Kimura. 1982. Comparative studies on S-glycoproteins purified from different S-genotypes in self-incompatible *Brassica* species. II. Immunological specificities. *Genetics* 100:649-657.
69. 仁藤伸昌, 山口清二, 岩政正男. 1984. カンキツ類の花粉の発芽におよぼす花の齢及び貯蔵条件の影響. *日園學要旨*. 昭59春:456.
70. Hopping, M. E. and E. M. Jerram. 1980. Supplementary pollination of tree fruits. I. Development of suspension media. *N. Z. Journal of Agricultural Research* 23:509-515.
71. 掘田 滿・緒方 健・新田あや・星川清親・柳 宗民・山崎耕宇. 1989. 世界有用植物事典 p.455. 平凡社. 東京.
72. Iapichino, G. F. and J. B. Loy. 1987. High temperature stress affects pollen viability in Bottle Gourd. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(2):372-374.
73. 井上頼數. 1985. 最新園藝大辭典 第5巻 G.H. p.161. 誠文堂. 新光社. 東京.
74. Isogai, A., S. Takayama, C. Tsukamoto, Y. Ueda, H. Shiozawa, K. Hinata, K. Okazaki, and A. Suzuki. 1987. S-locus-specific glycoproteins associated with self-incompatibility in *Brassica campestris*. *Plant Cell Physiol.* 28(7):1279-1291.
75. 岩波洋造. 1980. 花粉學. pp.5-25, 74-162. 講談社. 東京.
76. 岩波洋造, 山田義男. 1984. 花粉. pp.1-26, 114-134. 講談社. 東京.
77. Iwanami, Y. 1988. Physiology of Pollen. pp:141-167. In: Iwanami, Y., T. Sasakuma and Y. Yamada. (ed.) *Pollen : Illustration and scanning Electron-*

- micrographs. Kodansa Ltd. Tokyo.
78. Janick, J., R. W. Schery, F. W. Woods, and V. W. Ruttan. 1969. Plant Science. An introduction to world crops. W. H. Freeman and Company. San Francisco, pp:132-186, 380-409.
 79. Kahler, A. L. and R. W. Allard. 1970. Genetics of isozyme variants in Barley. I. Esterases. Crop Sci. 10:444-448.
 80. Kamboj, R. K. and J. F. Jackson. 1986. Self-incompatibility alleles control a low molecular weight, basic protein in pistils of *Petunia hybrida*. Theor. Appl. Genet. 71:815-819.
 81. 金子勲. 1983. フェイジョアの基本技術. p.17-50. 新果實フェイジョア - その栽培と料理法. フェイジョア普及會 編. 磐梯廣報社. 東京.
 82. 강성근·김창명·김영효·문두길. 1988. 웨이조아(Feijoa) 품종선발시험. p.175-180. 연구보고서. 제주도농촌진흥원.
 83. 강성근·김창명·김영효·문두길. 1989. 웨이조아(Feijoa) 품종선발시험. p.53-57. 연구보고서. 제주도농촌진흥원.
 84. 강성근·김창명·김영효·문두길. 1990. 웨이조아(Feijoa) 품종선발 및 번식시험. p.53-57. 연구보고서. 제주도농촌진흥원.
 85. Kenrick, J. and R. B. Knox. 1985. Self-incompatibility in the nitrogen-fixing tree, *Acacia retinodes* : quantitative cytology of pollen tube growth. Theor. Appl. Genet. 69:481-488.
 86. Keulemans, J. 1989. Effective pollination period of Plums : The Influence of temperature on pollen germination and pollen tube growth. pp.159-171. In : Wright, C. J. (ed.) Manipulation of fruiting. Butterworth & Co. Ltd. Wellington.
 87. Kobayashi, S., I. Ikeda, and M. Nakatani. 1978. Long-term storage of citrus pollen. Long-term preservation of favourable germ plasm in arboreal crops. pp. 8-12, Fruit Tree Res. Sta. Ibaraki.
 88. Knox, R. B., E. G. Williams, and C. Dumas. 1986. Polen, pistil, and reproductive fuction in crop plants. pp. 9-80. In:Janick J. (ed.) Plant Breeding Reviews. Vol.4. AVI publishing company. Inc. connecticut.
 89. Kukava, A. 1984. Some results of studies on the root system of feijoa in the Kolkhida lowland. Subtropicheskie Kul'tury No.4:9-12.

90. Kukava, A. 1985. Characteristics of feijoa growth in the Kolkhida lowland. Subtropicheskie Kul'tury No.2:45-52.
91. Kuliev, F. A. 1985. Economic effectiveness of feijoa cultivation in Azerbaridzhan. Subtripicheskie Kul'tury No.5:6-10.
92. Kvarachelija, M. S. 1968. The effect of weather on the quality and productivit of feijoa fruits. Bjull. vses. Int. Rasten. Vavilova No.12: 65-69.
93. Lalonde, B. A., M. E. Nasrallah, K. G. Dwyer, C. H. Chen, B. Barlow, and J. B. Nasrallah. 1983. A highly conserved *Brassica* gene with homology to the S-locus-specific glycoprotein structural gene. The Plant Cell, 1:249-258.
94. Lange, J. H. 1973. Pollen tube growth in Citrus. Agroplatae 5(3):73-77.
95. Lee, C. W., J. C. Thomas, and S. L. Buchmann. 1985. Factors affecting in vitro germination and storage of Jojoba pollen. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110(5):671-676.
96. 이상태. 1986. 화분학과 식물분류학. 한국양봉학회지 1(1):46-53.
97. Lewis, D. 1979. Genetic versatility of incompatibility in plants. N. Z. J. Bot. 17:637-644.
98. Li Yi-qin, and T. H. Tsao. 1985. Covalently bound wall proteins of pollen grains and pollen tubes grown in vitro and in styles after self- and cross- pollination in *Lilium longiflorum*. Theor. Appl. Genet. 71:263-267.
99. Lombardo, G., G. Cargnello, M. Bassi, F. M. Gerola, and L. Carraoa. 1978. Pollen ultrastructure in different vine cultivars with low productivity. Vitis 17:221-228.
100. Lombardo, G., G. Gargnello, L. Carraoa, and Maria Bassi. 1976. Ultrastructure of pollen of *vitis vinifera* L. cv. "Picolit giallo" and its behaviour in experiments of self- and cross-pollination. Vitis, 15:73-81.
101. Maas, J. L. 1977. Pollen ultrastructure of strawberry and other small-fruit crops. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102:560-571.
102. Marquard, R. D. 1987. Isozyme inheritance, polymorphism, and stability of malate dehydrogenase and phosphoglucose isomerase in Pecan. J. Amer. Soc.

- Hort. Sci. 112(4):717-721.
103. Martens, J. and T. A. Fretz. 1980. Identification of eight crabapples by pollen surface sculpture. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(2):257-263.
 104. Martinez-Tellez, J. and P. Crossa-Raynaud. 1982. Studies on fertilization process in three species of *Prunus*: *P. persica* (L.) Batsch., *P. cerasifera* Ehrh. and *P. mahaleb* L. using male-sterile and male-fertile clones of related varieties. Agronomie 2(4):333-340.
 105. Mascarenhas, J. P. 1990. Gene activity during pollen development. pp : 317-338. In: Briggs, W. R., R. L. Jones, and V. Walbot. (ed.) Annual review of plant physiology and plant molecular biology. vol.41. Annual Reviews Inc. California.
 106. Mascarenhas, J. P., D. A. Hamilton, and D. M. Bashe. 1989. Genes expressed during pollen development. pp.108-113. In: Elizabeth Lord and George Bernier. (ed.) Plant reproduction: From Floral Induction to Pollination. American Society of Plant Physiologists. Maryland.
 107. Mascarenhas, J. P. and L. Machlis. 1962. The pollen-tube chemotropic factor from *Antirrhium majus*: Bioassay, extraction, and partial purification. Amer. J. Bot. 49:482-489.
 108. 松原茂樹. 1937. 栗の花粉に發芽に関する研究. 日園學雜. 10:163-173.
 109. Matsubara, S. 1980. Overcoming Self-incompatibility in *Raphanus sativus* L. with High Temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(6):842-846.
 110. Mayo, O. and C. R. Leach. 1987. Stability of self-incompatibility systems. Theor. Appl. Genet. 74:789-792.
 111. McClure, B. A., J. E. Gray, M. A. Anderson, and A. E. Clarke. 1990. Self-incompatibility in *Nicotiana glauca* involves degradation of pollen rRNA. Nature 347:757-760.
 112. McClure, B. A., V. Haring, P. R. Ebert, M. A. Anderson, R. J. Simpson, F. Sakiyama, and A. E. Clarke. 1989. Style self-incompatibility gene products of *Nicotiana glauca* are ribonucleases. Nature 342:955-957.
 113. Mellenthin, W. M., C. Y. Wang, and S. Y. Wang. 1972. Influence of temperature on pollen tube growth and initial fruit development in 'd'Anjou' Pear. Hortscience 7(6):557-558.

114. Miri, R. K. and J. S. Bubar. 1966. Self-incompatibility as an out-crossing mechanism in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). Can. J. Plant Sci. 46:411-418.
115. Miwa, T. 1951. Pollination, fertilization, and fruit drop in *Citrus tamurana*. Hort. Bull. Miyazaki Univ. (National science), 2:1-67.
116. 森田義彦. 1941. 果樹の蓄授粉に於ける花粉管の行動に関する研究. 日園學雜誌. 12(3):230-244.
117. Nasrallah, M. E., J. T. Barber, and D. H. Wallace. 1970. Self-incompatibility proteins in plants : detection, genetics, and possible mode of action. Heredity 25:23-27.
118. Nasrallah, J. B., T. -H. Kao, M. L. Goldberg, and M. E. Nasrallah. 1985. A cDNA clone encoding an S-locus-specific glycoprotein from *Brassica oleracea*. Nature 318:263-267.
119. Nebel, B. R. and N. L. Ruttle. 1936. Storage experiments with pollen of cultivated fruit trees. J. pomol. 14:347-359.
120. Nettancourt, D. de, 1977. Incompatibility in angiosperms. Springer-verlay, Berlin Heidelberg New York.
121. 二宮敏和, 篠川悒雄, 石川 啓. 1985. キウイフルーツの受粉に関する研究. 第一報. 花粉の発芽条件. 日園學要旨. 昭60秋:582.
122. 二宮敏和, 篠川悒雄, 石川 啓. 1986. キウイフルーツの受粉に関する研究. (第2報) 貯蔵花粉及び稀釋花粉の発芽力. 日園學要旨. 昭61秋:529.
123. Nishio, T. and K. Hinata. 1982. Comparative studies on S-glycoproteins purified from different S-genotypes in self-incompatible *Brassica* species. I. Purification and chemical properties. Genetics 100:641-647.
124. Nowicke, J. W. 1975. Pollen morphology in the order Centrospermae. Grana 15:51-77.
125. 大井上 康. 1938. 葡萄花粉発芽と培養基の糖種について. 日園學雜. 9:134-140.
126. 奥瀬一郎. 1972. リンゴ花粉の発芽と花粉管の伸長に関する研究. 第1報. 発芽温度について. 弘大農報. 18:114-128.
127. Ornduff, R. 1970. Incompatibility and the pollen economy of *Jepsonia parryi*. Amer. J. Bot. 57:1036-1041.
128. Pandey, K. K. 1967. Origin of genetic variability : Combinations of

- peroxidase isozyme determine multiple allelism of the S gene. *Nature* 213: 669-672.
129. Pandey, K. K. 1972. Origin of genetic variation : Regulation of genetic recombination in the higher organisms - a theory. *Theor. Appl. Genet.* 45: 250-260.
 130. Pandey, K. K. 1973. Theory and practice of induced androgenesis. *New Phytologist* 72:1129-1140.
 131. 朴興燮. 1984. New Zealand의 亞熱帶果樹. *亞熱帶農業研究* 1:105-118. 濟州大. 亞熱帶農業研究所.
 132. 朴才昊·韓海龍·白子勳. 1992. 濟州道에서 feijoa(*Feijoa sellowiana* Berg.)의 果實 發育에 關한 研究. *亞熱帶農業研究* 9:87-96. 濟州大. 亞熱帶農業研究所.
 133. Parthasarathy, M. V. 1970. Fine structure of pollen surface in palms. *Principles* 14:55-62.
 134. Patterson, K. J. 1989. Effect of hand pollination on fruit set and fruit quality of the feijoa (*Acca sellowiana*). *Acta Horticulturae* 240:197-200.
 135. Patterson, K. J. 1990. Effects of pollination on fruit set, size and quality in feijoa (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 18(2-3):127-131.
 136. Peacock, J. 1990. Ways to pollen sterility. *Nature* 347:714-715.
 137. Perez, S. and J. N. Moore. 1985. Prezygotic endogenous barriers to interspecific hybridization in *Prunus*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(2):267-273.
 138. Pimieta, E., V. S. Polito, and D. E. Kester. 1983. Pollen tube growth in cross- and self-pollinated 'Nonpareil' Almond. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(4):643-647.
 139. Polito, V. S. and J. G. Luza. 1988. Longevity of Pistachio pollen determined by in vitro germination. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(2):214-217.
 140. Pugliano, G. 1973. The floral biology of *Feijoa sellowiana* cultivars. *Tecnica Agricola* 25(1):67-78.
 141. Pugliano, G. 1980. The feijoa. *Frutticoltura* 42(9):51-54.
 142. Purseglove, J. W. 1982. Tropical crops Dicotyledoms. p.398-419. Longman group Ltd. Essex, UK.

143. Reed Clark, K., J. T. Okuley, P. D. Collins, and T. L. Sims. 1990. Sequence variability and developmental expression of S-alleles in self-incompatible and pseudo-self-compatible *Petunia*. *The Plant Cell* 2:815-826.
144. Robert, I. N., A. D. Ockendon, and H. G. Dickinson. 1980. Pollen stigma interactions in *Brassica oleracea*. *Theor. Appl. Genet.* 58:241-246.
145. Rosen, W. G. 1961. Studies on pollen tube chemotropism. *Amer. J. Bot.* 48:889-895.
146. Rotundo, A. 1978. Floral and fruiting biology of 3 *Feijoa sellowiana* cultivars. *Annali della Facoltà di Scienze Agrarie della Università degli Studi di Napoli Portici* 12:84-90.
147. Schroeder, C. A. 1947. Pollination requirements of the feijoa. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 49:161-162.
148. Sears, E. R. 1937. Cytological phenomena connected with self-sterility in the flowering plants. *Genetics* 22:130-181.
149. Sedgley, M. 1974. The concentration of S-protein in stigmas of *Brassica oleracea* plants homozygous and heterozygous for a given S-allele. *Heredity* 33:412-416.
150. Shen, X. Y. and B. D. Webster. 1986. Effects of water stress on pollen of *Phaseolus vulgaris* L. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(5):807-810.
151. 沈慶久, 徐炳基, 朴相獻. 1988. 꽃사과나무(*Malus* spp)의花粉形態學的 研究. 韓園誌. 29(2):95-101.
152. 沈慶久, 徐炳基, 朴相獻. 1988. 배나무의花粉分類學的 研究. 韓園誌. 29(2):102-108.
153. 沈慶久, 徐炳基, 李東哲, 朴相獻. 1991. 花粉무늬 形態에 의한 복숭아의 品種分類. 韓園誌. 32(1):52-59.
154. 下郡嘉勝, 無田上重治, 山本泰嗣. 1986. キンカンの花粉發芽におよぼす温度の影響. 日園學要旨. 昭61春:522.
155. 辛鏞億, 金暉千, 文鐘烈. 1988. 배 新高 品種의 授粉樹 選拔에 關한 研究. 韓園誌. 29(2):109-113.
156. 志佐 誠. 1933. 枇杷の花粉の發芽試験に就いて. 日園學雜. 4:141-144.
157. Simons, D. H., E. Sfakiotakis, and D. R. Dilley. 1972. Enhancement of in

- vitro pollen germination of lily with increased pre-inoculation humidity. HortScience 7(6):556-557.
158. Smit, A. 1973. A scanning electron microscopical study of the pollen morphology in genus *Quercus*. Acta. Bot. Neerl. 22:655-665.
159. 송승운·강성근·김창명·김영효. 1991. 웨이조아(Feijoa) 품종선발시험. p.70-72. 연구보고서. 제주도농촌진흥원.
160. 송승운·강성근·김창명·김영효. 1992. 웨이조아(Feijoa) 품종 보존. p.82-83. 연구보고서. 제주도농촌진흥원.
161. Stewart, A. M. and J. L. Craig. 1989. Factors affecting pollination effectiveness in *Feijoa sellowiana*. New Zealand journal of crop and Horticultural science 17(2):145-154.
162. Stout, A. B. 1938. The genetics of incompatibilities in homomorphic flowering plants. Bot. Rev. 4:275-369.
163. 杉浦明. 1991. 新編 果樹園藝ハンドブツケ661. 養賢堂. 東京.
164. Takayama, S., A. Isogai, C. Tsukamoto, H. Shiozawa, Y. Ueda, K. Hinata, K. Okazaki, K. Koseki, and A. Suzuki. 1989. Structures of N-glycosidic saccharide chains in S-glycoproteins, products of S-genes associated with self-incompatibility in *Brassica campestris*. Agric. Biol. Chem. 53(3):713-722.
165. 玉田孝人, 岩垣駿夫. 1971. ブル-ベリ-の結實に關する研究. 第1報. 花粉の形態および發芽について. 日園學要旨. 昭46秋:50-51.
166. 田辺賢二, 林真二, 平田尚美. 1970. 和ナシ花粉の發芽生理に關する研究. 鳥取大農研報. XXII:1-8.
167. Tomb, A. S. 1975. Pollen morphology in tribe Lactuceae (Compositae). Grana 15:79-89.
168. 上田 登. 1984. 東南アジアの果樹. p. 416-418. 農林省熱帯研究センター熱帯農業技術叢書 第8號. (財)農林統計協會. 東京.
169. Vallejos, C. E. 1983. Enzyme activity staining. In: Tanksley, S. D. and T. J. Ortron (eds.). Isozymes in plant genetics and breeding. part A. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.
170. Van marrewijk, G. A. M. 1989. Overcoming incompatibility. pp. 173-191. In: Wright, C. J.(ed.) Manipulation of fruiting. Butterworth & co. Ltd. Wellington.

171. Visser, T. 1955. Germination and storage of pollen. Meded. Landbouwhog. Wageningen 55:1-68.
172. 脇坂幸雄. 1963. ナシおよびカキ花粉の貯蔵に関する研究. 1. 短期貯蔵条件について. 鳥取大農研報. XVI:17-25.
173. Walker, J. C. and R. Zhang. 1990. Relationship of a putative receptor protein kinase from maize to the S-locus glycoproteins of *Brassica*. Nature 345:743-746.
174. 渡辺慶一, 高橋文次郎. 1989. キウイフルーツ花粉の発芽, 花粉管伸長に関する温度と培地条件並びに貯蔵花粉の発芽試験. 日園学雑. 57(4):591-596.
175. Webster, B. D., R. M. Ross, and M. C. Sigourney. 1980. A Morphological study of the development of reproductive structures of *Phaseolus coccineus* Lam. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(6):828-833.
176. Westwood, M. N. and J. S. Challice. 1978. Morphology and surface topography of pollen and anthers of *Pyrus* Species. J. Amer. soc. Hort. Sci. 103(1):28-37.
177. Wetzstein, H. Y. and D. Sparks. 1985. Structure and in vitro germination of the pollen of pecan. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110(6):778-781.
178. Winston, P. W. and D. H. Bates. 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. Ecology 41:232-237.
179. Whitcomb, C. E. and J. F. Stowers. 1973. Sound abatement with hedges. HortScience 8(2):128-129.
180. Whitcomb, C. E. and J. F. Stowers. 1973. Effectiveness of hedges on noise pollution control study. American Nurseryman 133(8) 13:49-51.
181. Woodroof, J. G. 1930. Studies of the staminate inflorescence and pollen of *Hicoria Pecan*. Journal of Agricultural Research 40(12):1059-1104.
182. 山本末之, 中村兼治. 1985. 暖地におけるフェイジョアの栽培に関する2,3の研究. 日園学要旨. 昭60春:509.
183. 山本泰嗣, 下郡嘉勝, 無田上重治. 1987. フェイジョア(*Feijoa sellowiana* Berg.)の特性調査. 第1報. 着果要因について. 日園学要旨. 昭62秋:172-173.
184. Yamashita, k. 1978. Studies on self-incompatibility of Hyuganatsu, *Citrus tamurana* Hort. ex Tanaka. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47(2):188-194.
185. Yates, I. E. 1989. Hydration and temperature influence in vitro

-
- germination of pecan pollen. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4):599-605.
186. 吉田雅夫. 1968. 核果類の花粉發芽と溫度. 日園學要旨. 昭43秋:2-3.
187. Zapata, T. R. and M. T. K. Arroyo. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. Biotropica 10:221-230.



謝 辭

本 論文이 이루어지기까지 따뜻한 激勵와 指導로 이끌어 주신 白子勳 博士님께 衷心으로 感謝드리오며, 本 論文을 審査하는 過程에서 指導 助言과 激勵를 아끼지 않으셨던 韓海龍, 李洙聖, 鄭泰英, 蘇寅燮 博士님께 깊은 感謝를 드립니다. 또한 本 研究를 위해 많은 助言과 與件을 마련해 주신 張田益, 文斗吉, 朴庸奉, 康勳 博士님과 金翰林, 吳文儒, 배종희, 현해남, Lee-STADELMANN 博士님께도 感謝를 드립니다.

研究 調査에 많은 도움을 주신 延世大 양영철 선생님, 濟州道 農村振興院 宋昌訓 局長님, 亞熱帶農業研究所의 邊起煥, 姜圻滋, 韓亨權 선생님, 生物學科 遺傳學 實驗室 여러분과 園藝學科 大學院生 여러분, 그리고 原稿整理에 도움을 준 김경미 학생에게도 感謝드립니다.

항상 物心兩面으로 도와주시고 念慮해주신 아버님과 聘父母님, 어려운 與件에서도 묵묵히 內助에 精誠을 다 해준 아내 林伊蘭, 재롱으로 勇氣를 불어넣어준 아들 相彦과 家族 모두에게 고마움을 깊이 세기며 論文 作成中에 念慮와 祈禱속에 幽明을 달리하신 어머니님 靈前에 이 論文을 바칩니다.

