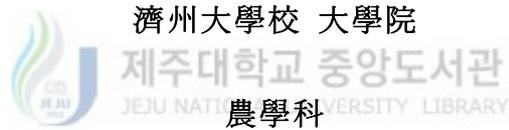


碩士學位論文

플러그를 이용한 감자 無菌插木苗의
生育形質變化



金 東 佑

1998年 12月

플러그를 이용한 감자 無菌插木苗의
生育形質變化

指導教授 朴 良 門

金 東 佑

이 論文을 農學碩士學位 論文으로 提出함



金東佑의 農學碩士學位 論文을 認准함

審査委員長	_____	인
委 員	_____	인
委 員	_____	인

濟州大學校 大學院

1998年 12月

Changes of Growth Characters in Stem Cuttings of
Free Potatoes by using Plug

Dong-Woo Kim

(Supervised by Professor Yang-Mun Park)

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



DEPARTMENT OF AGRICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1998. 12.

目 次

Summary	-----1
I. 緒 言	-----3
II. 研究 史	-----5
III. 材料 및 方法	-----13
IV. 結果 및 考察	
1. 挿木培地, 生長調節劑 및 挿穗部位別 플리그 挿木苗質	-----19
2. 溫度 및 日長에 따른 挿木苗質	-----24
3. 挿穗의 增殖率	-----25
4. 遮光程度에 따른 挿木苗質	-----27
5. 플리그 묘판 크기별 挿木苗質	-----28
6. 植物營養液 葉面撒布 濃度에 따른 挿木苗質 變化	-----29
7. 塊莖形成效率	-----32
V. 摘 要	-----36
參 考 文 獻	-----38

Summary

This experiment was carried out to develop the mass propagation system for producing the plug using stem cuttings of virus-free microtubers in potatoes.

1. Cocopeat, vermiculite, perlite and peatmoss were combined and used as plug nursery media to find out the best combination suitable for the growth of seedlings derived from microtubers.
2. Seedling growth was favored in high temperature (above 20°C) and a long-day photoperiod(above 16 hours) condition, while stolons and microtubers formed in outdoor condition.
3. Japanese standard, nutrient solution for propagation shoot of seedlings by cutting in hydroponic, will be able to produce over 20 cuttings at one plug plantlet for one month.
4. Plug seedlings elongation was promoted with 50% shading.
5. Growth and development at number of tray cell 72 is better than at number of tray cell 50 and 128 in plug plantlets of tray.
6. Foliar application wondergrow suitable for seedlings growth were

obtained 2,000ppm concentration.

7. Ninety days after transplanting the plug plantlets in spring time, plant was around 70 to 80cm in height, and the number of stolons and tubers were ten and seven, respectively.

In fall time, potatoes tubers yields were 2.548~2.592kg/10a at number of tray cell 50 and 70.



I. 緒 言

감자(*Solanum tuberosum*)는 植物學的으로 토마토, 가지 등과 같이 가자과(茄科)로 분류되며 그 原產地는 남아메리카 안데스山脈의 中部地域으로 알려져 있고 生育適溫이 18-23℃ 정도로 低溫性 作物이다. 현재 감자는 옥수수 다음으로 全世界에 널리 分布되어 140여 개국에서 栽培되고 있으며 이중 100여 개국 이상의 熱帶와 亞熱帶地域으로 감자 生育이 制限을 받는 지역이지만 品種과 栽培技術의 개발로 栽培面積이 擴大되고 있다 (윤 등, 1982).

감자는 쌀, 밀, 옥수수와 더불어 중요한 세계 4대 主食作物의 하나로서 單位面積 當 높은 生産性, 다양한 식품가공성, 100% 영농기계화가능성, 인간생존의 필수적인 영양조성을 골고루 함유하고 있어 21세기 미래 食糧資源으로 가장 理想的인 作物으로 認定되고 있다.

우리 나라의 전국적인 감자 재배면적을 보면 農業 生産環境의 變化로 인해 最近20년간 지속적인 減少추세를 보이고 있으나, 제주도는 亞熱帶 北部圈에 위치한 지역환경특성상 無霜期間이 270일로 감자의 2期작이 가능하다. 특히 봄 감자보다 가을감자 재배에 最適의 氣候條件을 갖추고 있어 신선 감자의 週年供給基地의 機能을 遂行함으로써 제주도 감자재배면적은 매년 增加하여 전국 대비 20% 이상을 차지하고 있다. 이렇게 急成長하고 있는 감자생산에 있어서 生産性增大, 機械化, 病蟲害防除 등 解決해야 할 많은 課題들을 가지고 있다. 그 중에서도 최우선과제가 값싼 無病種薯의 持續적이고 安定的인 供給이라고 할 수 있다. 하지만 감자는 다른 작물과는 달리 病理的, 生理的인 種薯 退化率이 매우 심한 작물로 매 作期마다 種薯를 更新해 주는 것이 바람직하나 種薯 確保의 어려움과 비싼 가

격 때문에 대다수 농민들이 購入種薯에 대하여 2作을 하고 있다(유, 1990). 감자는 營養繁殖作物로 種子로서 필요한 植物體의 양이 10a 당 150kg 이상 소요되나 增殖倍率은 벼의 1/150에 불과하다(李, 1987). 따라서 本 研究에서는 감자 줄기의 挿木發根適應性을 이용하여 줄기 挿木시 용이한 發根이 誘導되므로 우선 塊莖形成培養을 통하여 생산된 少量의 小塊莖 無病種薯에서 新梢를 마디단위로 절단하여 混合培地를 채운 tray 묘판에 挿木하여 온도 및 일장에 따른 挿木苗質, 挿穗의 增殖率, 遮光程度에 따른 挿木苗質, 플러그 苗板 크기별 挿木苗質, 植物營養液 葉面撒布 濃度에 따른 플러그 挿木質, 塊莖形成效率 등에 관한 研究를 수행하여 플러그화된 挿木苗를 大量 生産할 수 있는 生産體系確立의 基礎資料를 얻고자 한다.



II. 研究史

1) 種薯 供給體系

無病種薯 供給체계는 주로 生長點 培養을 하거나(Hussey & Stacey, 1981; 田中, 1986; Yime 等, 1990; 윤 等, 1982) 生長點培養과 함께 熱處理 또는 化學處理를 하여 바이러스가 없는 植物을 만들고(Mellor & Stace, 1977) 이를 발근 배양, 순화 과정을 거쳐 基本植物로 만들어 이를 포장에서 基本種, 原種, 普及種으로 擴大 增殖하는 5段階 과정을 거쳐 농가에 보급해 왔다(김, 1992; Kim 등, 1993).

그러나 이러한 방법은 發根된 幼植物體를 감자의 栽培適期인 봄과 가을에만 생산할 수 있기 때문에 生産期間이 제한되고 發根, 馴化 및 移植 등의 育苗過程이 복잡할 뿐만 아니라 生存率도 떨어지므로 大量生産이 매우 어려운 실정이다(Yiem 等, 1990). 白(1963)은 西海岸의 畷作地帶에서도 高冷地帶에 비해서 바이러스를 매개하는 진딧물 密度가 매우 낮아 秋作栽培에 의한 無病種薯의 生産이 可能하다고 하였다. 崔 等(1966)은 高冷地의 夏期栽培와 暖地秋作種薯의 比較研究 結果, 暖地秋作種薯의 生産은 栽培的인 側面에서 不利한 點도 없지 않으나, 高冷地의 夏期作栽培에 비하면 平暖地에서 春秋作型的 2회 栽培가 可能한 同時에 種薯의 維持와 運送 및 生産費用의 節減面에서 有利한 點이 많다고 報告하였다.

日本の 種薯生産體系를 보면 春作用 種서는 북부지역에 속하는 北海島에서 秋作用은 暖地에 위치한 長崎縣에서 採種供給되고 있다. 國內에서는 基本種은 부피가 크고, 運送 및 貯藏이 어려워 國內 採種地域이 大관령에 偏重되는 원인이 되고 있다. 이러한 採種段階의 복잡성과 더불어 最近 大관령지역의 고랭지 채소면적이

急増으로 인한 진딧물 發生量 증가로 인한 採種環境의 악화는 감자 종서 보급종의 바이러스 罹病率을 높이는 結果(함, 1991)를 초래하게 되었다.

이러한 이유들로 현재 普及種의 供給率은 전체 종서 소요량의 20% 미만으로 매우 낮은 수준에 있으며, 이로 인하여 농가의 10a 당 平均生産量이 선진국의 50~60% 수준에 불과한 실정이다. 그리고 器內小塊莖 生産에 관해서는 1956년 Gregory에 의하여 그 可能性이 提示된 후 많은 研究가 遂行되어 왔다. 器內에서 생산된 小塊莖의 種薯로서의 이용 可能性은 Wang 等(1982)에 의하여 제기되었으며 최근에는 國內에서 기존의 基本植物을 이용한 體系를 대신하는 器內小塊莖의 이용방법이 활발히 研究되어 왔다(Choi 等, 1990).

器 內小塊莖이 種薯生産體系에 실용적으로 이용되기 위해 圃場에 심었을 때 기존 씨감자에 비해서 塊莖의 數가 많아야 한다. Wattimena 等(1985)은 圃場에서 塊莖, 器內小塊莖, 器內増殖幼苗 等の 生育狀態와 生産力 檢定試驗을 遂行하여, 器內에서 培養한 小塊莖과 幼苗는 初期生育과 塊莖數, 生体量 등은 既存 씨감자에 비해 낮았으나, 中·後期の 生育은 既存 씨감자와 비슷하고 塊莖數는 器內에서 培養한 것이 더 많았지만 全體的인 收量은 적었다고 보고하였다. Lecler 等(1990)은 器內培養한 小塊莖과 기존 씨감자를 2년 동안 圃場에 栽培한 結果, 器內에서 培養한 것이 塊莖當 生体量은 적었지만 복지경과 괴경 수가 많아서 씨감자로 이용될 수 있는 可能性이 있다고 보고하였다(Lecler, 1990). 또한 임 等(1990)은 기내소괴경을 이용하는 방법은 계절에 관계없이 年中 생산하여 貯藏하였다가 適期에 채종 및 大量생산이 가능하므로 채종 단계를 短縮할 수 있으면, 運送과 貯藏 및 管理가 간편하여 전국적으로 規模가 크지 않은 採種適地를 이용한 分散 채종이 가능한 長點이 있다고 보고하였다. 최근에는 Joung(1989)이 개발

한 인공씨감자를 실용적으로 이용하기 위하여 1990년도부터 인공씨감자라는 명칭으로 생산기술 보급이 이뤄져 농촌진흥원 등에서 포장재배 실증시험이 이루어져 왔다(김, 1981). 하지만 多段階의 培養過程을 통하여 생산되는 小塊莖의 原價를 따져볼 때도 일반화하기에는 경영적 타산이 문제시되고 있으며, 특히 대량의 小塊莖을 생산했을지라도 塊莖의 肥大를 위해서는 결국 露地圃場에 植栽하여 大量 繁殖을 시켜야 하는 번거로움과 바이러스 재감염이라는 문제를 피할 수 없어 실용화 단계에 어려움을 겪고 있는 실정이어서 種薯生産 供給體系의 개선이 시급한 실정이다.

2) 감자의 莖插

莖插을 이용한 莖插形性研究는 거의 1세기 전 Voching(1889)이 감자 식물체로부터 절단된 不定芽가 땅속에 묻히면 塊莖形性を 보인다고 보고한 이래 많은 연구자들이 種薯의 대량증식방법으로서 莖插의 이용을 보고하였다(Bryan 等, 1981; Buck 等, 1996; CIP, 1975; CIP, 1976). 莖插에 의한 種薯增殖은 1960년대 塊莖에 의해 전염되는 세균병 및 진균병의 제거수단으로서 開發되었고, 북미는 30%, 유럽은 25% 정도가 감자의 急速增殖에 莖插이 이용되고 있다. 莖插을 이용한 種薯 增殖은 줄기의 정단부를 절단하여 이용하는 apical cutting, 정단부를 제거한 subapical cutting, 잎과 그 사이에 끼인 側芽를 이용하는 leaf-bud cutting 등의 방법이 많이 이용되고 있다(Paul, 1985). Ewing과 Wareing(1978)은 塊莖으로 전환이 안된 감자 식물체로부터의 apical cutting은 뿌리발달이 왕성하고 줄기생장이 양호하였다고 보고하였고, 매우 낮은 수준의 塊莖形性 誘起를 받은 식물체로부터의 apical cuttings은 뿌리발달이 저조하고 줄기

생장도 저조하다고 하였다.

Escobar 等(1987)은 장기간의 插穗 생산을 위한 母株誘導 試驗에서 하나의 母株에서 3개월간 30개 이상의 插穗 生産이 가능하며, 母株은 9개월까지 營養生長이 지속될 수 있다고 보고하였다. 또한 插穗 생산을 위한 가장 중요한 環境要因은 日長이며, 18~28℃에서 16시간의 장일처리가 줄기의 생장을 촉진시켰다고 하였다.

Seabrook(1990)은 莖插母株의 頂芽部를 알루미늄 호일로 덮으면 側芽發生이 매우 많으며 莖插의 잎 제거는 生存과 發根에 좋지 않았다고 하였다. 또한 차광막 혹은 간헐적인 미스트의 사용이 插穗의 위조발생을 억제시켜 生存率을 증가시킬 수 있었으며, 삼수 절단전 증산억제제 살포는 發根과 生存率 증진에 效果가 없었다. 한편 發根床 培地에 활성탄 첨가는 發根과 식물체의 활력을 향상시킨다고 보고하였다.

插穗는 장일조건이 發根을 促進시키며 일장이 12시간 이상이면 100%의 發根을 보였으나 8시간 이하의 단일처리는 發根이 불량하고 插穗의 腐敗와 黃變을 조장하는 경향을 보였다(김, 1985).

Villamor 等(1995)은 插穗苗의 이식시간은 오전보다는 오후에 移植함으로써 生存율이 상당히 증진되었다고 하였으며, Rasco 等(1992)은 莖插苗 栽培時 發根된 插穗의 사용으로 早期 活着이 가능하며, 莖插苗의 대량생산을 위해서는 생장이 왕성한 母株가 필요하다고 하였다.

Wheeler와 Tibbitts(1984)는 莖插誘起 程度에 따라 莖插 2주 후 側芽의 生長 程度를 조사하여 插穗反應의 형태를 분류하기도 하였다. 가장 강하게 塊莖이 誘起되어 側芽에서 바로 塊莖이 형성되는 형태에서부터 塊莖形性이 안되어 側芽의 生長이 없는 插穗 등 5가지로 분류하였다.

莖插苗에서 일반적으로 側芽에서 형성되는 복지는 장일에서 誘起되며 (Booth, 1963; Kumar & Wareing, 1972), 대부분 基部마디에서 처음

발생하고(Plaisted, 1957; Booth, 1963), 暗條件과 高濕下에서 복지형성이 促進된다(Kumar & Wareing, 1972). 莖插苗에 지베렐린 처리는 복지형성을 촉진하며, 지속적인 복지생장을 위해서는 고농도의 옥신과 지베렐린, 저농도의 사이토키닌 처리가 효과 있다.(Woolley & Wareing, 1972a,b,c; Kumar & Wareing, 1972)은 Katahdin 品種의 側芽插에서 30°C 연속 광조건에서 자란 식물체의 側芽는 대부분 잎을 가진 줄기로 발달하지만 30°C 8시간 일장 처리한 식물체는 눈이 바로 塊莖으로 發達한다고 보고하였다. Kahn 等(1983)은 塊莖形性으로 전환된 식물체에서 절단한 插穗가 엽면적이 넓으면 塊莖比率이 높다고 하였으며, 새로 전개된 잎이 老化 잎보다 塊莖形性에 더 效果的이라고 하였다.

Hammes와 Beyers(1973)은 장일에 감응된 감자 식물체의 정단부와 어린잎을 除去하면 塊莖形性이 增加하였다고 하였다.

Ahmed 等(1995)은 溫室에서 器內幼植物과 莖插(nodal cutting)의 生存率, 小塊莖 收量, 小塊莖數, 塊莖의 크기 분포 등을 비교하였다. 基部마디에서 취한 插穗는 生存率이 낮았고, 小塊莖 수량은 器內幼植物 1株보다는 마디를 절단하여 재배하는 것이 2~3배 증수되었고, 小塊莖 數 면에서는 3~5배의 증수효과가 있다고 하였다.

최근 Haverkort 와 Mrinus(1995)는 莖插栽培로 氣中塊莖을 만들어 種薯로 이용하였는데, 식물체에 지베렐린을 처리하면 엽액에서 복지 발생된다. 생산된 氣中塊莖을 포장에 파종하면 작은 塊莖(직경 5~13mm)은 큰 塊莖(직경 14~19mm)에 비해 早期收量이 현저히 감소한다고 하였다.

3) 挿木 및 플러그育苗

‘苗木半作’라는 말에서 알 수 있듯이 育苗은 농산물 생산에 가장 중요한 재배 단계중 하나이다. 특히 自動化, 省力化, 高品質의 생산을 목표로 하는 플러그育苗은 育苗産業의 획기적 발달은 물론 농산물 생산에 있어서도 대단히 큰 영향을 미치고 있다. 따라서 플러그育苗의 정밀한 기술축적은 곧바로 농업생산성 向上으로 이어지고 있다.

일반적으로 오옥신류는 發根에 효과적이고 사토키닌류나 지베렐린은 억제하는 것으로 알려져 있다. 그러나 성장조절제의 種類나 處理方法 그리고 作物의 種類에 따라서 發根에 대한 效果가 다르게 나타난다. 미선나무의 숙지삽에 있어서 오옥신류는 순간침지법으로 처리하는 것이 發根에 효과적이라고 하였다(유와 김, 1996). 미선나무의 녹지삽과 반숙지삽시 순간 침지법이나 분말처리법보다 침지법으로 처리시 發根率이 높았다(유와 김, 1997).

‘MissKim라일락’의 삽목 번식시 IBA 침적처리의 경우 뿌리 수, 뿌리길이, 발근 범위 모두 침지 시간이 길어짐에 따라서 좋게 나타났으며, 각 침지시간 내에서는 IBA의 농도가 높아짐에 따라서 양호한 결과를 나타내었다. 그러나 IBA 1시간 처리구의 경우 발근후 病害로 인하여 枯死가 많이 이루어져 생존을 저하의 원인이 되었다. IAA 처리시에도 뿌리 수, 뿌리길이, 發根 범위에서 3시간 처리구가 가장 좋았으며 生存率도 비교적 良好하게 나타났다. 그 처리시에는 침적시간이 길어짐에 따라서 生存率이 全般的으로 감소하는 傾向을 보였다(이 등, 1996).

절화장미의 挿木繁殖이 發根劑(Rooton粉劑)에 비해 무처리가 活着率이 높았으며 성장조절제에 의한 發根效果는 IBA처리가 活着率이 우수하였고, 용토에서는 버미큘라이트 경우 活着率은 다소 떨어지지만 뿌리의 生育은 가장 좋았으며 挿木床을 사용한 경우보다 플러그판에 挿木한 것이 活着率이 좋았다(김 등, 1996).

섬초롱꽃에 대한 성장조정제 BA, CCC, Ethephon과 무차광, 25, 50, 75%로 遮光程度를 달리한 결과 초장은 무처리에 비하여 성장조정제를 처리한 모든 구에서 짧았고, 차광정도가 높을수록 길었다(심 等, 1997).

고추, 토마토를 plug육묘하는데 관수방법으로 살수관수와 저면관수를 실시하였던 결과 저면관수가 살수관수에 비해 초장, 엽수 등 생육이 양호하였고, 건물중 및 T/R율에 있어서 우수하였으며 육묘관리 생력화 면에서도 유리하였다. 床土種類別 苗生育은 혼탄에 비하여 peatmoss 床土가 草長, 葉數 등 生育과 乾物中, 根圈形性度가 양호하였다(신과 길, 1997).

무화과 삼목시 삼상온도에 따른 發根率은 20℃, 25℃ 처리구에서 좋았고 뿌리수, 뿌리길이는 25℃ 처리구가 타 처리구에 비하여 높았으며 용토에 따른 發根率, 뿌리수, 뿌리길이는 vermiculite 처리구에서 좋았다(박 等, 1996).

토마토(빼빼, 모모타)品種을 실험한 결과 플러그규격에 관계없이 插木後 15~20일에 매트가 형성되고 빼빼 品種은 100%, 모모타로 品種은 약 90% 발근되어 정식 가능한 묘가 되었으나 빼빼 品種에서 128區가 50區와 72區에 비하여 草長은 길고 根長과 地上部重 및 地下部重이 약간 감소되어 T/R율은 약간 증가되는 경향이었으나, 모모타로 品種에서는 tray용량이 감소됨에 따라서 根長과 地上部와 地下部 乾物重이 현저히 감소되어 T/R率이 크게 增加되었다. 또한 遮光程度가 증가됨에 따라서 삼목상내 光量은 감소되었으나, 相對濕度와 溫度에 큰 差異는 없었고 차광정도는 發根과 生育에 미치는 영향은 빼빼 品種의 무 처리에서 地下部 乾物重이 감소되어 T/R율이 증가되었으나, 모모타 品種에서는 유의 차이가 인정되지 않았다(양 等, 1997).

결구상추재배에 있어 플러그 육묘는 20일 묘의 경우에는 tray cell數에 따른 葉長, 葉幅 및 生体重에 있어 차이가 없었고, 育苗日數가 길어짐에 따라 tray cell數가 적은 것이 묘의 生育이 좋았고, tray cell數가 많은 것은

묘의 生育狀態가 현저히 나빠졌다. 정식 전의 묘의 生育狀態는 정식후의 收量에는 그렇게 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다(이 등, 1996). 삼목용토의 조건(Hartmann 등, 1990), 일장조건(Hansen과 Ernsen, 1982) 미량원소(Hartmann 등, 1990; Shelp 등, 1995) 등도 發根에 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다.



Ⅲ. 材料 및 方法

本 試驗은 1997년부터 1998년까지 제주대학교 농과대학 부속농장 및 온실에
서 수행하였다. 供試品種은 제주지역 장려품종인 大地(Dejima)를 선정하였고,
塊莖形成培養을 통해 확보한 小塊莖을 母株로 이용하였다.

1. 插木培地, 生長調節劑 및 插穗部位別 플러그 插木苗質 變化

催芽시킨 小塊莖을 10월에 人工土壤(vermiculite 單用)에 植栽하고, 20℃ 전
후의 온도와 망실 조건 하에서 재배한 新梢를 마디 단위로 2cm 정도 절단한 插穗
를 固形培地로 채운 tray 묘판(cell數 128區)에 삽목하였다.

처리는 插穗를 頂端 및 基部部位로 구분하고 NAA 10ppm 및 IAA 10ppm액
에 2시간 침지한 후 상품화된 cocopeat+vermiculite+perlite, cocopeat
+vermiculite, cocopeat+perlite, cocopeat+peatmoss를 동일비율로 혼합
한 培地 및 cocopeat 單用培地를 각각 채운 tray 묘판(cell數 128區)에 처리당
40개체씩을 삽목하여 완전임의 배치하였다. 시험은 온도와 일장조절이 가능한
growth chamber(EF 7H, Controlled Environments Inc, Pembina, ND,
USA)에서 24/18℃(주간온도/야간온도)와 16시간의 일장, 85%의 습도를 유지
하여 20일간 육묘한 후 플러그 상태의 插木苗를 채취 · 물에 수세하여 草長, 葉
數, 根數, 根長, 生体重 등의 생육형질을 농촌진흥청 농사시험조사기준으로 조사
하였다.

2. 溫度 및 日長에 따른 插木苗質

插木後 苗質이 溫度 및 日長에 따른 변화정도를 시험하기 위하여 5월 21일에 cocopeat+vermiculite+perlite를 동일비율로 혼합한 배지를 채운 tray 묘판 (cell數 128區)에 삼목한 頂芽部位 小塊莖苗를 이용하였다.

처리는 ① 24/18℃(주간온도/야간온도), 16시간의 일장, ② 20/16℃, 16시간의 일장, ③ 18/14℃ 내외, 14시간 내외의 자연일장 ④ 16/12℃ 내외, 14시간 내외의 자연일장상태로 구분한 4종류의 조건하에서 40개체씩 완전임의 배치하였다. ①, ②는 시험 1에서 사용한 것과 동일한 종류의 growth chamber에서, ③은 비가림 온실, ④는 외부에 방치하여 수행하였으며 시험기간 중 온실 및 외부 기온은 자동온도기록계를 이용하여 측정, 평균하였다.

생육조사는 육묘 30일 후 草長, 葉數, 根長, 葉長, 葉幅, 生体重, 小塊莖形成與否 등을 농촌진흥청 농사시험조사기준으로 조사하였고, 엽록소는 chlorophyll meter(SPAD 502, Minolta Camera Co., Japan)로 측정하였다.

3. 插穗의 增殖率

催芽시킨 小塊莖 無病種薯에서 新梢를 마디단위로 절단하여 cocopeat+vermiculite+perlite를 동일비율로 혼합한 배지를 채운 tray 묘판(cell數 128區)에 삼목하여 고온장일 조건하에서 20일간 재배한 후 초장이 10cm내외의 발근묘를 수세하여 모주로 이용하였다. 양액재배베드는 100cm(폭)×800cm(길이)×23cm(높이)의 재배조에 양액을 가득 채운후 기포발생기로 양액내 기포를

발생시켜 양액을 공급하면서 재배하였고, timer를 이용하여 1시간 간격으로 양액이 순환되도록 하였으며 양액 탱크는 지하에 매설된 2톤 용량의 플라스틱통 3개를 이용하였고, 정식 후 2일째부터 양액을 공급하였으며, 10일 간격으로 양액을 교체하였다. 처리는 표 1의 일본원시균형 배양액 1배, 일본원시균형 배양액 0.5배 농도, 상품화된 wondergrow 용액(양액재배용 복비, 조비 社) 1,000 ppm의 양액처리와 대조구로 토양재배(cocopeat + vermiculite + perlite)를 동일비율로 혼합한 고체배지 등 4처리를 두었으며 발근묘를 1997년 6월 16일에 20×30cm 간격으로 각 처리당 72주씩 완전임의 배치하였다.

증식율 조사는 1차(정식 12일 후, 6/28), 2차(정식 31일 후, 7/17), 3차(정식 44일 후, 7/30), 4차(정식 60일 후, 8/16)에 걸쳐 지상부를 예취하여 草長, 葉數, 插穗數(1개 이상의 액아를 포함한 3cm 내외의 정상적인 shoot), 地上部總重을 농촌진흥청 농사시험조사기준으로 조사하였다.

Table 1. Mineral composition of nutrient solutions used for the experiment

JS ¹⁾	(g/ton of water)	WG ²⁾	(%/of content)
Ca(NO ₃) ₂ · 7H ₂ O	944	Total N	10
KNO ₃	810	Soluble K	25
MgSO ₄ · 7H ₂ O	492	Soluble P	8
NH ₄ H ₂ PO ₄	156	Soluble Mg	2
Fe EDTA	15	Soluble Fe	0.05
H ₃ BO ₃	2	Soluble B	0.1
MnSO ₄ · 4H ₂ O	2	Soluble Mn	0.05
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	0.22	Soluble Zn	0.01
CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.05		
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0.02		

¹⁾ JS : Japanese standard nutrient solution.

²⁾ WG : wondergrow.

4. 遮光程度에 따른 挿木苗質

小塊莖에서 新梢를 마디단위로 절단하여 5월 21일에 cocopeat+vermiculite+perlite를 동일비율로 혼합한 배지를 채운 tray 묘판(cell數 128區)에 삼목한 頂芽部位苗를 이용하였다. 처리는 차광정도를 90, 75, 50, 35% 및 자연광 처리 등 5처리를 두었으며 각 처리 당 50개체씩 완전임의 배치하였다. 시험장소는 비가림 유리온실에서 실시하였으며 처리 25일 후 플러그 상태의 挿木苗를 채취·수세하여 草長, 根長, 葉長, 葉幅, 地上·地下部 生体重, 葉綠素含量值 등을 농촌진흥청 농사시험조사기준으로 조사하였다.

5. 플러그 묘판 크기별 挿木苗質



삼목용 tray cell數에 따른 삼목묘질의 변화정도를 알아보기 위하여 小塊莖 種薯에서 정단부위를 삼수 이용하였고, 배지는 cocopeat+vermiculite+perlite를 동일비율로 혼합한 培地를 이용하였다. 처리는 tray cell 數 50區(depth 5.5cm, volume 78.5cm³), 72區(depth 6.0cm, volume 55cm³), 128區(depth 5.0cm, volume 30cm³)에 50 개체씩 삼목하여 24/18℃(주간온도/야간온도), 16시간의 일장, 85%의 습도를 유지한 growth chamber에서 수행하였으며 생육조사는 처리 25일 경과 후 플러그 상태의 挿木苗를 채취·수세하여 草長, 根長, 葉長, 葉幅, 地上·地下部 生体重 등을 농촌진흥청 농사시험조사기준으로 조사하였다.

6. 植物營養液 葉面撒布 濃度에 따른 플러그 插木苗質

催芽시킨 小塊莖 種薯를 vermiculite에 식재하고 20℃전 후의 온도와 망실 조건하에서 재배하여 30일이 경과한 후 新梢를 마디단위로 절단한 插穗를 cocopeat+vermiculite+perlite 培地로 채운 tray 묘판(cell數 128區)에 삽목하였다. 식물영양제는 원더그로를 0, 500, 1,000, 2,000, 4,000ppm농도별로 5처리하여 영양액이 흘러내릴 정도로 스프레이를 이용, 3일 간격으로 엽면시비하였으며 각 처리 당 50개체씩을 두었다. 시험은 24/18℃(주간온도/야간온도), 16시간의 일장, 85%의 습도를 유지한 growth chamber에서 수행하였으며 생육조사는 처리 25일 경과 후 플러그 상태의 插木苗를 채취·수세하여 草長, 葉數, 根數, 根長, 地上·地下部 生体重 등의 생육형질을 농촌진흥청 농사시험조사기준으로 조사하였다.



7. 塊莖形成 效率

1차년도 시험에서 삽목묘에 의해 괴경이 정상적으로 형성되는 것을 확인한 후 소괴경 삽목묘의 봄재배시 포장적용 및 괴경형성효율을 시험하기 위하여 3월 27일에 소괴경 新梢를 마디 단위로 절단한 후 頂端 및 基部部位묘로 구분하여 cocopeat+vermiculite+perlite 培地를 채운 tray 묘판(cell數 72區)에 삽목한 후 24℃의 온도와 16시간의 일장하의 growth chamber에서 재배하였다. 육묘 후 30일이 경과한 5월 2일에 일반포장에 75×25cm 간격으로 처리당 50개체씩 완전임의배치법으로 정식하였으며 정식 후의 관리는 일반감자 재배기준에 준

하여 관리하였다.

정식 50, 70일 후에 草長, 莖數를 조사하였고, 90일 후 수확하여 匍枝數, 地上部重, 塊莖數, 塊莖重 등을 농촌진흥청 농사시험조사기준으로 조사하였으며 草長, 莖數는 70일전과 차이가 없어 조사를 생략하였다. 본 시험의 정식시기가 제주지역 봄감자 과종적기인 2월중순~3월상순보다 60여일 늦어짐으로써 6~7월의 고온, 장일 및 장마에 의해 괴경비대가 빈약하게 이뤄져 괴경당 평균무게가 10g이상인 것은 모두 조사대상에 포함시켰다.

또한 플러그묘판 크기별 괴경형성 정도를 파악하기 위하여 소괴경에서 新梢를 마디단위로 절단, cocopeat+vermiculite+perlite 培地를 채운 tray 묘판에 삼목하였다. 처리는 cell數 50, 72, 128區의 tray 묘판에 삼목 후 고온장일조건 하에서 30일간 육묘하여 초장이 15cm 내외인 플러그묘를 9월 1일에 포장에 정식하였으며, 재식거리는 75cm×25cm로 하여 2.5m×2.5m의 시험구에 난괴법 3반복으로 배치하였다. 정식 90일후 수확하여 塊莖數 및 塊莖收量을 농촌진흥청 농사시험조사기준으로 조사하였다

IV. 結果 및 考察

1. 挿木培地, 生長調節劑 및 挿穂部位別 플러그 挿木苗質 變化

Table 2. The main effects of rooting medium composition, growth regulators and node parts of shoot on rooting and growth of plug plantlets using stem cuttings of virus free microtubers in potatoes

Treatment	Plant height (cm)	No. of leaves per plant	No. of roots per plant	Root length (cm)	Fresh weight per plant	
					Shoot (mg)	Root (mg)
R o o t i n g medium						
CP+VM+PL	8.8 ^{ab z}	4.2 ^a	22.9 ^a	8.9 ^a	1177 ^a	278 ^a
CP+PT	8.2 ^{bc}	4.4 ^a	21.6 ^a	8.0 ^{ab}	1163 ^a	276 ^a
CP+VM	9.0 ^a	4.2 ^a	22.9 ^a	6.4 ^c	1037 ^a	253 ^{ab}
CP+PL	8.0 ^c	4.1 ^a	22.9 ^a	6.0 ^c	1126 ^a	212 ^b
CP	8.2 ^{bc}	4.4 ^a	21.8 ^a	7.9 ^b	1090 ^a	235 ^b
G r o w t h regulator						
NAA 10ppm	8.3 ^a	4.1 ^b	20.8 ^b	6.7 ^b	1099 ^a	247 ^a
IAA 10ppm	8.6 ^a	4.4 ^a	24.1 ^a	7.9 ^a	1137 ^a	254 ^a
Node parts of shoot						
Upper	8.4 ^a	6.4 ^a	27.3 ^a	7.8 ^a	1323 ^a	341 ^a
Basal	8.5 ^a	2.2 ^b	17.5 ^b	7.1 ^b	913 ^b	160 ^b
Mean squares						
R o o t i n g medium(A)	3.5 ^{**}	0.5	10.3	29.8 ^{**}	64257	15576 [*]
G r o w t h regulator(B)	1.3	2.0 [*]	272 ^{**}	19.6 ^{**}	35156	1281
Node parts of shoot(C)	0.1	443 ^{**}	2410 ^{**}	14.4 [*]	4200450 ^{**}	824827 ^{**}
A×B	0.9	1.7 [*]	15.4	22.0 ^{**}	91811	11417
A×C	13.1 ^{**}	4.0 ^{**}	145 ^{**}	4.8	629842 ^{**}	15689 [*]
B×C	0.2	0.9	266 ^{**}	15.0 [*]	93330	202
A×B×C	0.2	1.5	87.0 [*]	4.5	325232 ^{**}	25816 ^{**}

¹ CP : Cocopeat, VM : vermiculite, PL : perlite, PT : peatmoss

^z Mean separation within columns by DMRT at 5% level

^{**} Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

小塊莖 挿穂를 頂端 및 基部로 구분하여 NAA 10ppm 및 IAA 10ppm 액체에 2시간 침지한 후 삽수 부위별로 5처리의 固形培地 플러그 묘판에 挿木한 결과 생존율은 95% 내외로 양호하였고, 고온장일조건 처리 20일 후 挿木苗의 苗質을 조사한 결과는 표 2, 3에서 보는 바와 같다.

가. 草長 및 葉數

5종류의 固體培地處理에 따른 地上部 생육형질중 草長은 CP+VM+PL 및 CP+VM 배지구에서 8.8~9.0cm로 길게 나타났으나 生長조절제 및 삽수부위별로는 차이가 없었다. 葉數는 배지간에는 차이가 없었던 반면 生長조절제 및 삽수부위별 처리간에는 유의성이 있어 IAA 10ppm가 NAA 10ppm보다, 頂端部位 苗가 基部部位 苗보다 많았다. 頂端部位 苗 葉數가 6개 내외인 반면 基部部位 苗는 2개 내외로 현격한 차이를 보인 것은 조사시점이 3월 후 20일 정도만 경과한 상태여서 基部部位 苗의 액아에서 新梢生育이 부진한 결과에서 기인한 것으로 생각되었다.

나. 根數 및 根長

根數는 배지간에는 차이가 없었고, 生長조절제로는 IAA 10ppm이, 삽수부위로는 頂端部位가 근수증가에 유리하였으며, 배지종류와 生長조절제 및 삽수부위간에 상호작용효과도 인정되었다. 根長에 있어서는 배지, 生長조절제 및 삽수부위별로 차이가 인정되어 배지는 CP+VM+PL 및 CP+PT 배지구에서, 生長조절제로는 IAA 10ppm 처리가, 부위별로는 頂端部位에서 길게 나타났으며, 生長조절제와 삽수부위간에 상호작용효과도 인정되었다.

다. 地上部 및 地下部 生体重

個体當 地上部生体重은 삽수부위간에만 차이가 있어 頂端部位苗가 무거웠으며, 배지종류와 生長조절제 및 삽수부위간에 상호작용효과가 인정되었다.

Table 3. Effects of rooting medium composition, growth regulators and node parts of shoot on rooting and growth of plug plantlets using stem cuttings of virus free microtubers in potatoes

Rooting medium	Plant height(cm)						No. of leaves per plant					
	Upper			Basal			Upper			Basal		
	NAA ^b	IAA ^b	Mean	NAA	IAA	Mean	NAA	IAA	Mean	NAA	IAA	Mean
CP+VM+PL	7.7 ^{bcz}	8.6 ^a	8.15 ^b	9.4 ^a	9.5 ^{ab}	9.45 ^a	5.4 ^d	6.4 ^a	5.90 ^c	2.8 ^a	2.0 ^b	2.40 ^a
CP+PT	8.9 ^a	8.8 ^a	8.85 ^a	7.6 ^b	7.6 ^c	7.60 ^c	7.2 ^a	6.8 ^a	7.00 ^a	1.9 ^b	1.8 ^b	1.85 ^b
CP+VM	8.2 ^b	9.1 ^a	8.65 ^a	8.9 ^a	9.7 ^a	9.30 ^{ab}	5.0 ^d	6.8 ^a	5.90 ^c	2.2 ^{ab}	2.8 ^a	2.50 ^a
CP+PL	9.0 ^a	9.1 ^a	9.05 ^a	7.0 ^c	6.9 ^d	6.95 ^d	6.8 ^{ab}	6.6 ^a	6.70 ^a	1.6 ^b	1.4 ^b	1.50 ^c
CP	7.6 ^c	7.3 ^a	7.45 ^c	9.0 ^a	9.0 ^b	9.00 ^b	6.2 ^c	6.4 ^a	6.30 ^b	2.0 ^b	3.0 ^a	2.50 ^a
Mean	8.28	8.58	8.43	8.38	8.54	8.46	6.12	6.60	6.36	2.1	2.2	2.15

Rooting medium	No. of roots per plant						Root length(cm)					
	Upper			Basal			Upper			Basal		
	NAA	IAA	Mean	NAA	IAA	Mean	NAA	IAA	Mean	NAA	IAA	Mean
CP+VM+PL	23.8 ^a	25.0 ^c	24.4 ^b	21.2 ^a	22.6 ^a	21.9 ^a	6.6 ^b	12.6 ^a	9.60 ^a	7.6 ^b	8.8 ^a	8.20 ^a
CP+PT	25.2 ^a	27.2 ^c	26.2 ^b	15.0 ^b	19.0 ^b	17.0 ^b	9.8 ^a	8.3 ^{bc}	9.05 ^a	7.7 ^a	6.4 ^b	7.05 ^b
CP+VM	23.8 ^a	38.8 ^a	31.3 ^a	16.4 ^b	12.2 ^d	14.3 ^c	5.6 ^c	7.6 ^c	6.60 ^c	5.8 ^c	6.5 ^b	6.15 ^c
CP+PL	26.2 ^a	31.8 ^b	29.0 ^a	17.6 ^b	16.0 ^c	16.8 ^b	6.3 ^{bc}	5.8 ^d	6.05 ^c	6.6 ^{bc}	5.1 ^c	5.85 ^c
CP	21.2 ^b	30.4 ^b	25.8 ^b	17.4 ^b	18.0 ^{bc}	17.7 ^b	6.5 ^{bc}	8.9 ^b	7.70 ^b	7.3 ^{bc}	8.8 ^a	8.05 ^a
Mean	24.04	30.64	27.34	17.52	17.56	17.54	6.96	8.64	7.80	7.0	7.1	7.06

Rooting medium	Fresh weight of shoot(mg)						Fresh weight of root(mg)					
	Upper			Basal			Upper			Basal		
	NAA	IAA	Mean	NAA	IAA	Mean	NAA	IAA	Mean	NAA	IAA	Mean
CP+VM+PL	1266 ^b	1076 ^c	1171 ^c	1140 ^a	1224 ^a	1182 ^a	326 ^b	336 ^{bc}	331 ^b	226 ^a	222 ^a	224 ^a
CP+PT	1576 ^a	1446 ^b	1511 ^a	766 ^c	862 ^b	814 ^c	430 ^a	358 ^b	394 ^a	152 ^b	162 ^{bc}	157 ^b
CP+VM	1038 ^c	1697 ^a	1365 ^b	830 ^{bc}	582 ^c	706 ^c	268 ^c	472 ^a	370 ^a	158 ^b	112 ^d	135 ^{bc}
CP+PL	1408 ^b	1490 ^b	1449 ^{ab}	948 ^b	658 ^c	803 ^c	342 ^b	258 ^d	300 ^b	120 ^b	126 ^{cd}	123 ^c
CP	1082 ^c	1154 ^c	1118 ^c	942 ^{bc}	1182 ^a	1062 ^b	316 ^b	306 ^c	311 ^b	132 ^b	187 ^{ab}	160 ^b
Mean	1274	1372	1323	925	902	913	336	346	341	158	162	160

¹⁾ CP : Cocopeat, VM : vermiculite, PL : perlite, PT : peatmoss

^{2),3)} NAA and IAA 10ppm

²⁾ Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

地下部生体重은 CP+VM+PL, CP+PT 및 CP+VM 배지구에서 253~278mg으로 무거운 것으로 조사되었고, 頂端部位苗가 基部部位苗보다 2배이상 무거운 것으로 나타났다. 또한 배지와 삽수부위간, 배지와 생장조절제 및 삽수부위간에 상호작용효과가 인정되어 頂端部位苗에 IAA 10ppm를 처리하고 CP+VM 배지에 삽목하는 것이 地下部生体重 증가에 유리하였다.

이상의 결과로 볼 때 CP에 VM, PL, PT 등을 조합할 경우 固体培地種類에 따른 小塊莖 플러그 묘의 지상, 지하부 생육형질은 대부분 양호하여 건실한 플러그 묘가 형성될 것으로 보인다. 生長調節劑 前處理시 NAA, IAA의 종류에 따라서는 지상, 지하부 생체중은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 插穗部位에 따른 감자 플러그 묘의 초기생육상태는 草長에서만 비슷하였고 그 외 대부분의 생육형질에서는 전반적으로 頂端部位苗가 유리한 경향을 보였으나 포장정식후의 생육상태는 큰 차이가 없어 플러그 묘 삽목시 삽수부위에 대한 구별은 하지 않아도 될 것으로 생각되었다.



microtuber shoot



minituber shoot

Figure 1. Shoot parts for stem cuttings in free potatoes

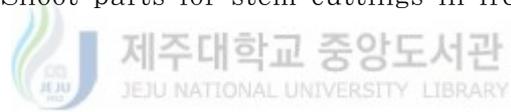


Figure 2. Plantlets of plug tray at 20 days after stem cuttings

2. 溫度 및 日長에 따른 挿木苗質

삽목 후 온도 및 일장에 따른 묘질의 변화정도를 조사하기 위하여 5월 21일에 삽목하여 30일 후 생육조사한 결과를 표 4에서 살펴보면 삽목묘의 草長, 根長, 葉數, 葉長, 地上部生體重, 地下部生體重은 growth chamber를 이용하여 24/18℃(주간온도/야간온도), 16시간의 일장 처리한 시험구 및 20/16℃, 16시간의 일장을 처리한 시험구가 비가림온실내 배치구 및 외부방치구에 비해 대체적으로 양호한 생육상태를 나타내는 경향이였다. 반면 chlorophyll meter로 측정된 엽록소 측정치(SPAD readings)는 각 처리간에 차이가 없었다. 한편 외부방치구는 地上部の 新梢形成이 미약하였고, 根生育이 매우 저조하였으며 영양생장 대신에 生殖生長으로 접어들어 小塊莖形成率이 60%에 이르렀다.

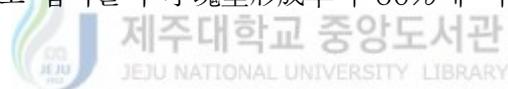


Table 4. Rooting and growth of plug plantlets using stem cuttings of the virus free microtubers grown at 4 environments

Growing place	Tempera	Photoperiod (hrs)	No. of leaves per plant	SPAD reading	Plant height (cm)	Root length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh weight per plant		Formation of micro-tubers (%)
	ture Day/night (°C)								Shoot (mg)	Root (mg)	
Growth chamber	24/18	16	6.3 ^{a z}	44.2 ^a	10.7 ^a	12.0 ^{ab}	3.4 ^a	2.7 ^b	1166 ^a	172.3 ^a	0.0 ^b
	20/16	16	5.2 ^b	41.7 ^a	9.2 ^b	14.3 ^a	3.0 ^b	2.7 ^a	1119 ^a	171.1 ^a	0.0 ^b
Green house	18/14	14	3.9 ^c	43.0 ^a	9.4 ^b	9.0 ^c	2.4 ^c	1.9 ^c	710 ^b	123.4 ^b	22.2 ^b
Outdoor	16/12	14	3.5 ^c	39.9 ^a	7.5 ^c	11.5 ^{ab}	2.5 ^c	2.0 ^{bc}	634 ^b	115.9 ^b	60.0 ^a

^z : Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

Kim 等(1990)은 감자 수경재배시 조직배양 묘가 T/R率, 체내호르몬 균형 등의 원인에 의해 조기에 塊莖을 着生하고 일찍 노화하는 것으로 추측되며, 흔히 포

장에서 생육조건이 불량할 경우 영양생장에서 생식생장으로 전환되어 몇 개의 小塊莖만 달린다고 하였다. 또 Kim 等(1996)은 일장조건에 변화를 준 것이 塊莖의 형성 및 비대를 촉진하고 지상부는 황변으로 조장된다고 보고하고 있다.

따라서 감자의 발근 및 발근묘의 정상적인 영양생장을 위해서는 挿木苗의 생육조건을 고온장일상태로 유지해야 하며 저온단일조건에 감응하게 되면 挿木苗의 地上部生育이 미약하더라도 생식생장으로 접어들어 小塊莖이 형성된다는 점을 유의하여야 할 것으로 보인다. 본 시험 결과로 볼 때 挿木苗를 플러그화될 때까지 지속적으로 영양생장을 유도하기 위해서는 16시간 이상의 일장과 20℃ 이상의 고온이 요구될 것으로 사료된다.

3. 挿穗의 增殖率



양액재배를 통한 삽수의 증식율을 조사하기 위하여 일본원시균형 배양액 1배, 일본원시균형 배양액 0.5배 농도, wondergrow 1,000ppm 용액 처리구, 토양재배구 등 4처리후 약 15일 간격으로 4회에 걸쳐 지상부 shoot를 예취하여 삽수의 묘소질을 조사한 결과는 표 5와 같다. 예취한 삽수의 초장은 모든 양액배지구에서 토양재배구에 비해 초장이 월등하게 큰 것으로 나타났으며, 예취시기별로는 모든 처리구에서 3차 예취(7/30)에서 초장이 큰 것으로 조사되었다. 양액별로는 일본원시액 1배, 일본원시액 0.5배 농도, wondergrow 1,000ppm 중 일본원시액 1배 처리구가 큰 추세를 보였으나 유의성은 없었다.

葉數도 草長과 유사한 경향을 보이고 있으나 양액별로는 일본원시액, wondergrow, 토양재배 순으로 엽수가 적어지는 것으로 조사되었다. 예취한 지

상부 shoot 무게는 2차(7/17) 예취시기까지는 일본원시액 1배, 일본원시액 0.5 배 처리구가 다른 처리구에 비해 무거운 것으로 나타났으며 예취시기별로는 3차 예취시기(7/30)까지는 지상부 shoot 무게가 지속적으로 증가하다가 4차 예취시기(8/16)에는 감소하는 추세를 보였다.

각 시기별 插穗數는 1차(6/28) 예취시기에는 차이가 없었으나 2~4차 예취시기에는 일본원시액 1배, 일본원시액 0.5배가 다른 처리구보다 插穗數가 많았으며 예취 시기별로는 지상부 shoot 무게에서와 유사한 경향을 보였다.

Table 5. Effects of nutrient solutions on mass propagation shoot of seedlings by cutting in hydroponic setting at June 16

Nutrient solution ¹⁾	Plant height(cm)				No. of leaves per plant			
	1st(6/28)	2nd(7/17)	3rd(7/30)	4th(8/16)	1st(6/28)	2nd(7/17)	3rd(7/30)	4th(8/16)
JS	14.37 ^{a z}	15.23 ^a	16.15 ^a	13.68 ^a	12.15 ^a	13.90 ^a	18.50 ^a	16.75 ^a
0.5x JS	14.44 ^a	14.45 ^a	15.27 ^a	12.34 ^b	11.50 ^b	12.70 ^b	17.80 ^a	15.00 ^b
WG	14.02 ^a	13.97 ^a	14.95 ^a	11.28 ^b	11.00 ^b	10.60 ^c	15.20 ^b	12.10 ^c
Soil	11.81 ^b	12.13 ^b	12.97 ^b	9.90 ^c	10.50 ^b	8.80 ^d	13.40 ^c	9.80 ^d

Nutrient solution ¹⁾	No. of cutting per plant				Fresh shoot w.t per plant(mg)			
	1st(6/28)	2nd(7/17)	3rd(7/30)	4th(8/16)	1st(6/28)	2nd(7/17)	3rd(7/30)	4th(8/16)
JS	3.4 ^{a z}	4.4 ^a	10.9 ^a	7.2 ^a	567 ^a	685 ^a	968 ^a	876 ^a
0.5x JS	3.7 ^a	4.1 ^a	8.1 ^b	7.1 ^a	510 ^a	649 ^a	865 ^b	746 ^b
WG	3.6 ^a	3.6 ^b	6.2 ^c	4.0 ^b	426 ^b	531 ^b	779 ^b	662 ^b
Soil	3.2 ^a	3.9 ^b	4.5 ^d	3.6 ^b	299 ^c	342 ^c	669 ^c	548 ^c

¹⁾ JS : Japanese standard nutrient solution

0.5x JS : 0.5x concentration of the balanced JS

WG : wondergrow 1,000ppm

Soil : cocopeat + vermiculite + perlite

¹⁾ : Nutrient solution was circulated per one hours and soaked 50cm height from bottom of seedling bed.

^z : Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

插穗의 증식배율은 일본원시액인 경우 1개의 묘에서 정식 후 약 15일 간격으로 60여일 동안 4회에 걸쳐 25개체가 증식이 가능하고 증식된 개체가 약 20일 후부터 정식이 가능한 것으로 조사되어 평균적으로 1 개체 당 1개월에 20 개체 이상 증식이 가능할 것으로 보인다. 따라서 적정시기에 일정수의 기본 삽수를 확보하여 지속적인 절단삽목을 행할 경우 플리그묘의 대량생산이 가능할 것으로 사료된다.

4. 遮光程度에 따른 挿木苗質

Table 6. Effects of different shading on rooting and growth of plug plantlets using stem cuttings from virus-free microtubers in potatoes

Shade rate(%)	Plant height (cm)	Root length (cm)	No. of leaves	SPAD reading	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Shoot w.t per plant(mg)	Root w.t per plant(mg)
0	6.93 ^{d z}	7.67 ^b	4.6 ^a	40.94 ^a	2.75 ^c	2.03 ^b	552 ^{bc}	113 ^b
35	8.00 ^d	8.19 ^b	5.0 ^a	38.15 ^a	3.35 ^b	2.34 ^a	590 ^{abc}	161 ^{ab}
50	9.38 ^c	9.27 ^a	5.4 ^a	37.10 ^b	3.52 ^a	2.54 ^a	727 ^a	178 ^a
75	13.83 ^b	7.23 ^b	5.1 ^a	35.32 ^b	3.14 ^{ab}	2.38 ^a	655 ^{ab}	47 ^c
90	15.27 ^a	3.56 ^c	5.1 ^a	30.13 ^c	2.99 ^{bc}	1.95 ^b	501 ^c	30 ^c

^z : Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

차광정도를 달리했을 때 삽목 묘의 묘질 변화는 표 6과 같다. 초장은 차광율이 높아질수록 점점 커지는 경향을 보였고, 근장은 50% 遮光에서 가장 길어지는 것으로 나타났다. 반면 엽록소측정치(SPAD reading)는 차광정도가 낮을수록 높아지는 경향을 보였다. 地上, 地下部重은 遮光程度가 50% 까지는 증가하다가 이후 낮아지는 경향을 보였고, 특히 지하부중에 있어서는 75%부터는 급속하게 낮

아지는 것으로 나타났다.

金(1980)은 관상수삽목에 있어서 發根率은 遮光의 정도가 높고, 차광기간이 길수록 發根率이 높았다고 보고하고 있는데 本 試驗에서는 50% 차광에서 발근율 및 지상부의 묘질이 양호한 경향을 보이고 있어 감자 플러그 묘 삽목시 遮光程度는 50%遮光이 유리할 것으로 판단된다.

5. 플러그 묘판 크기별 挿木苗質

삽목용 tray cell數에 따른 삽목묘질의 변화정도는 표 7에서 보는 바와 같이 草長, 根長, 地上·地下部 生体重 등은 cell의 부피가 적은 128區보다 72區, 50區에서 생육이 양호한 것으로 조사된 반면 SPAD reading值, 葉長, 葉幅은 처리간에 유의성이 없었다. cell數 50區, 72區간에는 전반적인 묘질이 50區에서 양호한 것으로 추세를 보였으나 유의성은 보이지 않았다.

Table 7. Effects of cell size of plug tray on rooting and growth of plug plantlets using at 20 days after stem cutting

No. of cell/tray ¹	Plant height (cm)	Root length (cm)	No. of leaves per plant	SPAD reading	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Fresh shoot of w.t per plant(mg)	Fresh root of w.t per plant(mg)
50	13.12 ^{a z}	14.43 ^a	5.9 ^a	32.73 ^a	3.79 ^a	3.15 ^a	1546 ^a	306 ^a
72	12.88 ^a	12.46 ^a	5.7 ^a	33.04 ^a	3.61 ^a	2.41 ^b	1527 ^a	286 ^a
128	10.84 ^b	9.62 ^b	4.8 ^b	32.22 ^a	3.28 ^a	2.57 ^b	1117 ^b	155 ^b

¹Number of cell/tray : 50 - 5.5cm depth, 78.5cm³ volume
 72 - 6.0cm depth, 55cm³ volume
 128 - 5.0cm depth, 30cm³ volume

^z Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

Oh 等(1996)은 cell의 크기가 작을 수록 배지의 부피가 적어져서 뿌리의 발육에 억제적으로 작용하고, 식물체간의 거리가 좁아 광 투과율도 떨어지며 통풍이 불량하여 수관내의 공중습도도 높아 기공을 통한 가스교환이 원활치 못하여 지상부 생육에 악영향을 미치게 된다고 하였다. 本 試驗에서 cell數 128區는 다른 區에 비해 묘질이 떨어지는 것으로 나타났고 50區와 72區간에는 차이가 없어 감자 플러그 삽목묘 육성시에는 tray cell數는 72區가 적당할 것으로 보인다.

6. 植物營養液 葉面撒布 濃도에 따른 挿木苗의 苗質 變化

감자 플러그묘 挿木後 植物營養劑인 윈더그로를 0, 500, 1,000, 2,000ppm 농도별로 3일 간격으로 葉面撒布한 결과 苗質 變化는 그림 3과 같다.

草長의 變化는 윈더그로 처리 모든 區에서 無處理보다 월등하게 높아지는 경향을 보였고, 2,000ppm 농도까지는 草長이 계속적으로 증가하다가 4,000ppm에서는 작아지는 추세를 보였다. 플러그묘의 葉數도 草長에서와 유사한 경향을 보여 $Y = -0.3643X^2 + 2.6557X + 1.96$ 의 2차회귀식을 나타내었다. 根長은 윈더그로의 농도가 저농도에서 2,000ppm까지 고농도로 갈수록 계속적인 증가추세를 보였다. SPAD reading値는 윈더그로 농도가 1,000~2,000ppm 처리구에서 51.45~51.49로 높게 나타나고 있으며 地上部 生体重도 다른 형질에서와 유사한 경향을 보여 2,000ppm까지는 계속적으로 높아지는 추세를 보였다.

地下部 生体重은 無處理에 비해 處理區에서 월등하게 높아졌으며 1,000~2,000ppm 處理區에서 높은 경향을 보여 $Y = -38.345X^2 + 263.85X + 200$ 의

회귀식을 나타내었다.

이와 같은 결과로 볼 때 건전한 삼목 플러그 묘 생산을 위한 植物營養液 원더그로 살포는 2,000ppm내외의 농도를 삼목 후 3일 간격으로 葉面撒布하는 것이 挿木苗의 우량한 苗質 形成에 유리할 것으로 판단된다.



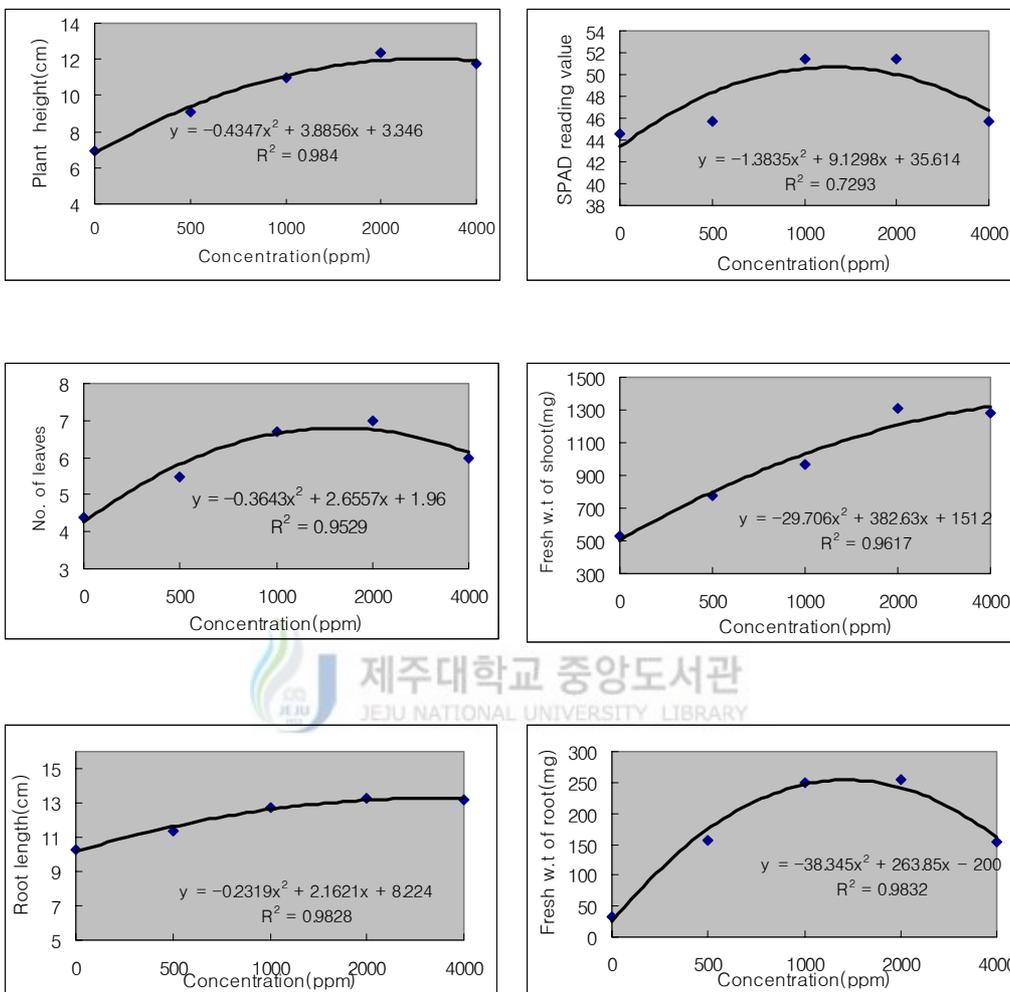


Figure 3. Concentration of foliar application of wondergrow on rooting and growth of plantlets using stem cuttings from virus-free micro-tubers in potatoes.

7. 塊莖形成效率

1차년도에 삼목묘에 의한 괴경형성 가능성을 확인한 후 小塊莖插木苗의 봄재배 시험을 위하여 3월 27일에 頂端 및 基部部位苗로 구분하여 삼목, 육묘하고 5월 2일에 일반포장에 정식하여 재배한 결과는 표 8, 9에서 보는 바와 같다. 草長은 頂端 및 基部部位苗에 따라서는 차이가 없었으나, 정식 50일 후 49~51cm에서, 70일 후에는 77~81cm로 이 시기까지 고온장일에 의해 地上部의 영양생장이 계속되었다.

Table 8. Effects of node parts of shoot on plant height and number of stems at 50 and 70 days after transplanting plug plantlets using stem cuttings of the virus free microtubers in potatoes

Node parts of shoot	Plant height(cm)		No. of stems per plant	
	50 days	70 days	50 days	70 days
Upper	49.5 ^a z	81.2 ^a	2.3 ^a	3.1 ^b
Basal	51.2 ^a	77.3 ^a	2.4 ^a	4.1 ^a

z : Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

이는 本 試驗의 정식시기가 적기보다 60여일 늦어진 데 기인한 것으로 생각된다. 匍枝數 및 地上部生体重은 基部部位苗가 약간 우세한 것으로 조사되었으나 株 當 塊莖 數, 塊莖收量, 塊莖 當 平均重에 있어서는 삼수부위별로 차이가 없었다.

Table 9. Effects of node parts of shoot on top and underground growth at 90 days after transplanting plug plantlets using stem cuttings of the virus-free microtubers in potatoes

Node parts of shoot	Top weight per plant (g)	No. of stolons per plant	No. of tubers per plant	Tuber yield (kg/10a)	Weight per tubers (g)
Upper	193.7 ^{b z}	8.5 ^b	6.8 ^a	1350 ^a	38.7 ^a
Basal	207.3 ^a	10.0 ^a	7.6 ^a	1426 ^a	36.1 ^a

^z : Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

插穗部位에 따른 감자 플러그 묘의 생육상태는 육묘 기간 중에는 대부분의 지상, 지하부의 형질에서 전반적으로 頂端部位묘가 유리한 경향을 보였으나, 정식 후에는 큰 차이를 보이지 않았다. 감자 삼목실험에서 삼수가 클수록 塊莖數量도 많았다는 田中(1986)의 보고 및 계대배양줄기의 node 부위별 器內塊莖形成에 미치는 영향은 頂端部位의 node에 비해 중간부위와 基部쪽 node가 器內塊莖形成에 있어서 유의차가 인정되었다는 Choi 等(1990), Yiem 等(1990)의 보고 등을 종합해 볼 때 온도, 일장 등의 육묘 환경이 양호하다면 插穗調製時 頂端 및 基部部位에 대한 구별은 하지 않아도 될 것으로 사료된다.

감자의 괴경형성은 단일에서 촉진되며 장일과 고온은 이를 억제하는 것으로 알려져 있는데 본 시험에서 小塊莖插木묘의 塊莖收量이 1,350~1,426kg/10a로 낮고, 괴경당 평균무게가 36~38g으로 낮아진 것은 삼목시기가 제주에서의 봄감자 재배적기에 비해 늦어짐으로써 괴경형성 및 비대가 저해되었던 것으로 생각되었다. 梁 等(1996)도 감자 분무경 재배 시기별 시험에서 고온장일조건에 의해 식물체내 성장촉진물질의 활성이 촉진된 결과 영양생장이 왕성하여 지상부의 과번무를 초래했다고 보고하고 있다.

특히 本 試驗에 이용한 대지품종이 만생종이어서 생육기간이 길어짐에 따라 장 일과 고온에 노출된 시간이 길어졌기 때문에 그러한 경향이 심했던 것으로 생각 된다. 따라서 小塊莖插木苗의 정식시기를 일반종서 과종적기에 맞춘다면 괴경이 정상적으로 형성되고 비대할 것으로 생각되어 일반종서와 큰 차이가 없을 것으로 판단된다.

Table 10. Effects of cell size of plug plantlets on number and weight of tubers at 90 days after transplanting using stem cuttings of virus-free microtubers in potatoes

No. of cell/tray ¹	No. of tubers per plant			Tuber yields(kg/10a)		
	Over 80g	Light 80g	Total	Over 80g	Light 80g	Total
50	3.23 ^{a z}	4.43 ^a	7.67 ^a	1898.1 ^a	694.8 ^b	2592.9 ^a
72	3.20 ^a	4.30 ^a	7.50 ^a	1826.6 ^a	757.3 ^a	2584.0 ^a
128	3.20 ^a	4.30 ^a	7.50 ^a	1823.6 ^a	604.6 ^c	2428.2 ^b

^z : Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

삼목용 tray cell 數에 따른 플러그 묘의 가을재배시 괴경형성정도는 표 10에서 보는바와 같이 個体當塊莖數는 cell數에 따라서는 80g이상 괴경 수는 3.2개 내외, 80g이하는 4.4개 내외로 차이가 없는 것으로 나타났고, 괴경 수량은 80g 이상의 괴경수량은 cell數 50區에서 128區로 갈수록 적어지는 추세를 보였으나 통계적인 유의성은 없었다. 전체적인 괴경수량은 50~72區에서는 2,548~2,592kg/ 10a로 128區의 2,468kg/10a보다 유의하게 많아지는 것으로 나타나고 있어 가을감자 플러그 삼목묘는 cell數 72區가 적당할 것으로 보인다.

앞으로 小塊莖 無菌插穗를 이용한 규격화된 플러그 묘의 대량생산 기계화 기술

개발, 플러그 묘의 정식시기규명, 일반종서와의 수량성, 병해저항성 등을 검토하여 무균플러그 묘를 이용한 부족 종서의 생산공급 뿐만 아니라 일반감자 생산을 위한 종서 대체 이용도 가능할 것으로 생각된다.



V. 摘 要

감자의 生長點培養을 통하여 생산된 소량의 小塊莖(microtuber) 무병종서에서 新梢를 마디단위로 절단하여 혼합배지를 채운 tray 묘관에 삼목하여 배지별 삼목효율, 溫度 및 日長에 따른 插木苗質, 插穗의 增殖率, 遮光 程渡에 따른 插木苗質, 플러그 묘관 크기별 插木苗質, 植物營養液 葉面撒布 濃度에 따른 플러그 插木苗質, 塊莖形成效率에 대해 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. cocopeat, vermiculite, perlite, peatmoss를 이용한 혼합배지에서 플러그의 형성율이 양호하게 나타났다.
2. 플러그 삼목묘 육묘시 환경조건은 高溫長日條件(20℃이상, 16시간의 일장)에서는 地上部生育 및 地下部發根이 양호하였으나, 외부방치구에서는 지상부의 新梢形成이 빈약하고, 根生育이 매우 부진하여 匍枝가 발생하고 小塊莖이 형성되었다.
3. 삼목묘의 삼수를 양액배지를 이용한 插穗의 증식은 일본원시액인 경우 1개의 묘에서 1개월에 20개체 이상 증식이 가능할 것으로 조사되었다.
4. 삼목후 차광정도를 달리했을 때 삼목묘의 플러그 형성율은 50% 차광에서 유리하게 형성되었다.



5. 감자 플러그 삽목에 적당한 tray cell 數는 50區, 72區, 128區중 72區에서 생육이 양호하였다.
6. 플러그 삽목묘의 생육촉진을 위한 원더그로액을 엽면살포시에는 2,000ppm 농도에서 건전한 삽목묘가 형성되었다.
7. 挿木 苗를 봄재배하여 塊莖形成與否를 시험한 결과 草長은 70~80cm, 匍枝 數 10여개, 塊莖 數는 7~8개가 형성되었다. 가을재배시 tray cell數別 塊莖 形成率은 50區와 72區의 cell에서 2,548~2,592kg/10a의 畝경수량성을 보였다.



參 考 文 獻

1. Choi Y. W, Cho J. L, Um S. K, Park J. C, Kim Z. H. and Kang J. S. 1990. Rapid multiplication of seed potatoes (*Solanum tuberosum* L.) by microtuberization in vitro. Abstract of papers presented at the annual meeting of Korean Soc. Hort. Sci. (Supplement). 8(1) : 78-79.
2. Hussey G and Stacey N. J. 1981. In vitro propagation of potato(*Solan Spp.*). Ann. Bot. 48 : 787-796.
3. 김현준. 1992. 組織培養을 利用한 人工씨감자 生産. 감자 無病種苗 研鑽會. 農村振興廳. 14-29.
4. Kim H. J, Kim K. S, Kim W. B. and Choi K. S. 1993. Studies on small seed potato(*Solanum tuberosum* L.) multiplication by hydroponic and its practical use. RAD. J. Agri. Sci. 35(1): 524-529.
5. Kim H. J, Kim S. Y, Kang J. G, Om Y. H, Kim J. K. and Choi K. S. 1996. Effect of methods used for the production of plantlet from shoot cultured in vitro on the growth and yield of hydroponically grown potato. RAD. J. Agri. Sci. 38(2) : 217-222.
6. 金裕鉉. 1980. 관상수 삼목에 있어서 遮光程度가 發根에 미치는 영향. 건대학술지. 24 : 225-231.
7. 李昌德. 1987. 高冷地 農業. 江原大學校 出版部. 210.
8. Oh W, Ji E. Y, Kim S. H, Kim K. S. 1996. Effect of Rooting media composition on rooting and growth of rooted-cuttings of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum*). Kor. Soc. Hort.

- Sci. (Abstr.) : 392-393.
9. Mellor F. C and Stace-Smith R. 1977. Virus-free potatoes by tissue culture. In "Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue and organ culture"(T. Reinert and Y. P. S. Bajaj, eds). 616-735.
 10. 목일진, 김강권, 한병희. 1987. 시험관내 塊莖의 대량생산 연구. 원시연보 (채소분야). 235-238
 11. 농촌진흥청 원예시험장. 無病種薯의 확대보급을 위한 인공씨감자 주년생산 및 실용화 모델연구 (1차년도 보고서). 9-39.
 12. Rossel G, De Bertoldi F. G and Tizio R. 1987. In vitro mass tuberization as a contribution to potato micropropagation. Potato Res. 30 : 111-116.
 13. 田中 智. 1986. 감자의 急速增殖法. 農業 および 園藝. 12 : 53-58.
 14. 梁承烈, 丁蓮圭, 梁元模, 姜宗求. 1996. 噴霧耕栽培에서 栽培時期에 따른 감자 秀美(Superior), 大地(Dejima) 및 男爵(Irish cobbler) 品種의 生長과 塊莖形成. 順天大學校 農業科學研究. 10 : 31-36.
 15. Yiem M. S, Park Y. E, Kim J. K, Kim S. Y, Cho M. C. and Hahn B. H. 1990. Studies on seed potato (*Solanum tuberosum* L.) multiplication by microtuberization and its practical use. I. The influences of several factors on in vitro tuberization of shoot nodes in potato, Cv. "Dejima". RAD. J. Agri. Sci. 32(3) : 46-53.
 16. 유언하. 1990. 우리나라 감자 및 종서 생산 현황 및 문제점. 수입개방화에 대응한 우량종서 생산 심포지엄 발표요지. 9-22.
 17. 윤순기, 김형무, 김준범. 1982. 무병씨감자 생산에 관한 연구. 전북대 농대 논문집. 13 : 9-15.

18. Beukema, H.P and D.E. Van der Zaag. 1990. Introduction to potato Production Pudoc Wageningen.
19. 함영일. 1991. 한국에 발생하는 감자 잎말림 바이러스병의 역학적 연구 강원대학교 박사학위논문.
20. Lecler, Y. and D. J. Dounelly. 1990. seasonal differences in performance of micropropagation potato under a shoot growing in querbec. Am. Potato. Jour. 67 : 707 -516.
21. 심용구, 한윤철, 우진하, 성영철, 최부술, 최경배. 1997. 차광 및 생장 조절제처리가 분화 섬초롱꽃의 생육 및 개화에 미치는 영향. 원예논문집 39(1):89-94.
22. 신기호, 김월수. 1997. 관수방법이 플러그 묘 소질 및 생육에 미치는 영향. 한원논문 15(1) : 399-400.
23. 양승구, 조명수, 김월수. 1997. 플러그규격, 차광정도가 토마토 삽목 발근과 생육에 미치는 영향. 한원논문 15(1) : 545-546.
24. 유용권, 김기선. 1996. 미선나무의 숙지삽시 생장조절제와 화아 제거가 발근에 미치는 영향. 한원지 37(6) : 819-826.
25. 유용권, 김기선. 1997. 미선나무의 녹지삽과 반숙지삽시 생장조절제 및 삽목조건이 발근에 미치는 영향. 한작지 : 263-271.
26. 이정태, 장석우, 이종남, 구자환, 최유미, 김원배. 1996. 고랭지 결구 상추의 플러그 트레이 규격 및 육묘일수가 묘소질과 정식후 수량에 미치는 영향. 한원발표요지 4(2) : 286.
27. 박용서, 정형주, 이건만. 1996. 삽상온도, 용토 및 전처리가 무화과 발근에 미치는 영향. 한원 발표요지 4(2) : 358.
28. 이종석, 김지연, 이택주. 1996. *Syringa veitina* 'MissKim' 의 줄기 삽목시 NAA, IBA, IAA처리가 발근에 미치는 영향. 한원발표요

- 지 4(2) : 402.
29. 김원희, 전순경, 임은영, 오용남, 김병현. 1996. 발근제 처리 및 삽목 용토가 절화장미 삽목 발근에 미치는 영향. 한원발표요지 4(2) : 464
30. Hansen. J. and A. Ernsten. 1982 Seasonal changes in adventitious root formation in hypocotyl cuttings of *Pinus sylvestris* Influence of photoperiod during stock plant growth and of indolebutyric acid treatment of cuttings *physiol Plant* 54 : 99-106.
31. Hartmann. H. T. D. E. Kester and F. T. Davies. Jr 1990. Plant propagation .Principles and practices. 199-255 5th ed. Prentice Hall. Inc. Englewood Cliffs. NJ.
32. Shelp. B. J. , E.Marentes, A. M. Kitheka. and P. Nivekandan.1995 Boron mobility in plants. *Physiol. Plant.* 94: 365-361
33. 임명순, 박연희, 김정간, 김승열, 조현묵, 한병희. 1990. 감자 괴경의 대량 생산 및 실용화에 관한 연구. 농시 논문집(원예). 32(3) : 46-53.
34. 白雲夏. 1974. 씨감자의 획기적 증산을 위한 포장시험. 과기처. R-74-35.
35. 崔廷一, 姜應禧. 1966. 大關嶺(高嶺地)과 강원(低難地)産 種薯의 産力比較. 高試研報: 47-66.
36. Gregory, L. E. 1956. Some factors for tuberization on the pot *Amer. J. Bot.* 43 : 281-288.
37. Wattimena, G., B. McCown and G. Weis. 1985. Comparison performance of potato from microculture. *Amer. Potato Jour.* 33.
38. Bryan, J. E., N. Melendez G and M. T. Jackson. 1981. Rapid multiplication techniques for potatoes. *Inter. Potato Cen. Aparado Postal*

5969 Lima-peru.

39. Buck, R. W. Jr. and R. V. Akeley. 1996. How to obtain the most plants from One potato tuber. Amer. Potato J 43 : 128-131.
40. Escobar, V., C, Montierro and P. Vander-Zaag. 1987. Management of mother plants in mid-elevation tropics for long term stem cutting production. Philippine Journal of Crop Science. Supplement No. 1. 12: 3
41. Jones, E. D. 1988. A current assessment of in culture and other rapid multiplication methods in North America and Europe. Amer. Potato J. 65 : 209-220.
42. Jones, E. D. 1991 Progress in seed production technology. Amer. Potato J. 68 : 247-248.
43. Jung, h. 1989. Mass production of Potato technique and application. '89 Agricultural Biotechnology Symposium. 100-124.
44. Paul, H. L 1985. Potato physiology Academic Press, Inc.
45. Seabrook, E.A.1990. Optimizing the propagation of potato by stem cuttings. Amer. Potato J. 67 : 267-275.
46. Wang, P. J and P. F. Wareing. 1979. Cytokinins and apical dominance in *Solanum andigena* : Cytokinin Levels in the absence of roots. New Phytol. 82 : 19-28.
47. Kumer, D. and P. F Wareing. 1972. Factors controlling stolon development in the potato. New Phytol. 71 : 639-648.
48. Woolley, D. J and P. F. Wareing. 1972a. The role of roots, cytokinins and apical dominance in the control of lateral shoot formation. plants 105 : 33-42.
49. Woolley, D. J and P. F. Wareing. 1972b. The interaction between

- growth promoters in apical dominance. *New Phytol.* 71 : 781-793.
50. Woolley, D. J and P. F. Wareing. 1972c. Environmental effects on endogenous cytokinins and gibberellin levels in *solanum tuberosum*. *New Phytol.* 71 : 1015-1025.
51. 김학기. 1985. 감자 조직배양산 유식물의 경삽의 삼수증식 및 후대 종서의 특성에 관한 연구. 강원대학교 대학원 박사학위 논문.
52. Ahmed, A., S. M. M. Alam and V. S. Machado. 1995. potato minituber production from nodal cuttings compared to whole in vitro plantlets using low volume media in a greenhouse. *potato Research* 38 : 69-76.
53. Booth, A. 1963. The role of growth substances in the development of stolons. p.99-113. In: J. D. Ivins and and F. L. Milthorpe(eds). *The Growth of the Potato*. Butterworth, London.
54. Hammes, P. S and Beyers E. A. 1973. Localization of the photoperiodic perception in potatoes *Potato Rws.* 16 : 68-72
55. Haverkort A. J. and J. Marinus. 1995. Effect of gibberellic-acid and multiple harvests on production and reproductive value of seed potatoes produced above ground on stem cuttings. *Potato Res.* 38:125-131.
56. Kahn, B. A., E. E. Ewing and A. H. Senesac. 1983. Effects of leaf age, leaf area, and other factors on tuberization of cuttings from induced potato shoots. *Can J. bot.* 61 : 3193-3201.
57. Plasisted, P. H. 1957. Growth of Potato Tuber. *Plant*

- Physiol. 32:445-453.
58. Rasco, E. T. JR., F. B. Aromin, V. D. R. Amante and P. J. S. Lopez. 1992. Response of three cultivars to stem cutting propagation. Southeast Asian Program for potato Research and Development. Manila, Philippines. compilation of Annual Reports. Potato. 1:212-213.
56. Vollamor, C. C., C. N. Paet, A. B. Zamora, E. C. Altoveros and V. T. Mangaser. 1995. Technology verification and utilization : lowland production material of potato by tissue culture and stem cuttings. Annual Scientific Meeting of Federation of Crop Science Societies of the Philippines. 23-30.
57. Wheeler, R. Mand T.W. Tibbitts. 1984. Photoperiod-light level interactions of tuberization of potato. Plant Physicol.

感謝의 글

본 연구를 수행하는데 있어 아낌없는 격려와 보살핌으로 이 논문이 완성될 수 있도록 이끌어주신 박양문 교수님께 마음 깊이 감사를 드립니다. 바쁘신 중에도 논문심사에 수고하여 주신 권오균 교수님, 조남기 교수님께 머리 숙여 감사드립니다. 그리고 오늘의 제가 있기까지 항상 깊은 관심을 가지고 지도 조언을 해주신 오현도 교수님, 김한림 교수님, 강영길교수님, 고영우 교수님, 송창길 교수님께 심심한 감사를 드립니다, 그리고 본 연구를 위해 많은 조언과 여건을 마련해주신 강봉균 박사님께 감사드립니다.

본 연구를 무사히 마칠 수 있도록 많은 도움을 준 오시현, 현경탁 조교선생님, 고동환 선배님, 고미라, 차정선, 이영림 외 대학원생 동기와 선·후배님에게 고마움을 전하고, 친구 바오로, 성대, 그리고 동네친구, 고등학교 동기동창들에게 고마움의 뜻을 전합니다. 그리고 실험할 때 항상 곁에서 도움을 주신 신형균 선생님께 감사를 드립니다.

끝으로 외로울 때, 슬플 때, 항상 나의 곁을 지켜 주신 어머니님, 큰 형님 내외분, 작은 형님 내외분, 누님 내외분, 그리고 귀여운 조카들에게 고마움을 드리고, 여러 친지분들께 감사의 말씀을 전합니다.

마지막으로 하늘에 계신 아버지께 이 논문을 바칩니다.