

감자 플러그 無菌插木苗의 發根 및 實用化에 관한 研究

朴良門* · 宋昌吉* · 高永友* · 姜奉均* · 金東佑*

Studies on Rooting and Practical Use of Plug Plantlets Induced by Stem Cuttings of Virus Free Potatoes

Park, Yang Mun* · Song, Chang Khil* · Ko, Young Woo*
· Kang, Bong Kyoon* · Kim, Dong Woo*

ABSTRACT

This studies was carried out to establish production of plug plantlets for mass propagation using stem cuttings of virus free potatoes.

Mass propagation of shoot of seedlings was favored in wondergrow compared with MS and hyponex solution culture medium. The higher concentrations of all solution culture media, the higher root formation and shoot growth contributing was. Foliar application wondergrow suitable for seedlings growth were obtained 2,000mg/l concentration. Plug seedlings elongation was promoted by soaked cutting with NAA 1.0~5.0mg/l. Fifty days after transplanting the plug plantlets in vinyl house, plant was 20cm to 30cm in height, and the number of stolons and tubers were ten, respectively.

Fresh weight of root was positively correlated with plant height, root length, SPAD reading and number of leaves per plant.

Key words : plug plantlet, stem cutting, solution culture medium, potatoes

* 제주대학교 농과대학 농학과

** 이 연구는 한국과학재단 지정 아열대원예산업연구센터 연구비지원사업 "감자 바이러스 무균종묘의 대량생산과 플러그화에 관한 기초 연구" 결과의 일부임.

緒 論

전국적인 감자재배면적은 농업생산환경의 변화로 인해 최근 20여 년간 계속적인 감소 추세를 보이고 있으나, 제주도는 아열대 권에 위치한 지역환경특성상 무상기간이 270일로 감자의 1년 2기작이 가능하다. 특히 봄감자 뿐만 아니라 가을감자재배에도 최적의 기후조건을 갖추고 있어 신선감자의 주년공급기지의 기능을 수행함으로써 제주도 감자재배면적은 매년 증가하여 전국대비 20%를 차지하고 있으며, 그 중에서도 가을감자는 전국생산량의 60%이상을 차지하고 있어 현재 제주농업의 주수입원 중에서 감자가 차지하는 비중이 감골 다음으로 높은 비율을 보이고 있는 경제작물로 부상하고 있는 실정이다.

이렇게 급성장하고 있는 제주도의 감자 생산에 있어서 생산성증대, 기계화, 병충해 방제 등 해결해야 할 많은 과제들을 가지고 있다. 그 중에서도 최우선과제가 값싼 無病種薯의 지속적이고 안정적인 공급이라고 할 수 있다. 하지만 감자는 다른 작물과는 달리 病理的, 生理的인 種薯退化率이 매우 높은 작물로 매 作期마다 種薯를 갱신해 주는 것이 바람직하나 種薯確保의 어려움과 비싼 가격때문에 대다수의 농민들이 購入種薯에 대하여 1년 2작을 하고 있다¹⁰⁾. 감자는 영양번식작물로 종자으로써 필요한 식물체의 양이 10a당 150kg이상 소요되나 증식배율은 비의 1/150에 불과하다⁵⁾.

그 동안의 無病種薯供給體系는 주로 生長點培養을 하거나^{1,9)} 生長點培養과 함께 열처리 또는 화학처리를 하여 바이러스가 없는 식물을 만들고⁶⁾ 이를 발근배양, 순화과정을 거쳐 基本植物로 만들어 이를 포장에서 基本種, 原種, 普及種으로 확대 증식하는 5단계과정을 거쳐 농가에 보급해왔다^{2,4)}. 하지만 증식과정에서 토양중 塊莖과 지상부 莖葉이 병해충에 쉽게 露出되기 때문에 병해충의 감염을 완벽

하게 차단하는 것은 불가능한 현실이다⁴⁾. 그리고 현재 기본종 씨감자로 사용되는 小塊莖은 크기가 작은 관계로 직접 파종하면 환경적응성이 낮아 초기생육이 불량하고 입모율이 일반감자의 70%수준이며 재배가 까다롭고 수량성이 낮아 채종단계 축소에 의한 대면적 재배는 어려운 실정이다^{4,5,9)}.

한편 인공씨감자를 실용적으로 이용하기 위하여 1990년도부터 생산기술보급이 이뤄져 농촌진흥원 등에서 포장실증시험이 이뤄져왔다¹⁾.

하지만 다단계의 배양과정을 통하여 생산되는 小塊莖의 원가를 따져 볼때도 일반화하기에는 경영적 타산이 문제시되고 있으며 특히 대량의 小塊莖을 생산했는지라도 塊莖의 肥大를 위해서는 결국 노지포장에 식재하여 대량 번식을 시켜야 하는 번거로움과 바이러스 재감염이라는 문제를 피할 수 없어 실용화 단계에 어려움을 겪고 있는 실정 이어서 種薯生産供給體系의 개선이 시급한 실정이다⁷⁾. 따라서 본 연구에서는 감자줄기의 挿木發根適應性을 이용하여 無病種薯에서 생산된 2~4마디의 줄기를 莖插하여 플러그묘 상태의 바이러스 無病 플러그삼목묘 대량생산 가능성 진단을 위한 기초자료를 얻기 위하여 수행하였다.

材料 및 方法

공시품종으로는 제주지역 감자장려품종인 대지품종을 선정하였으며 시험장소는 제주대학교 농과대학 부속농장 유리온실 및 비닐하우스 등에서 실시하였다.

1. 養液培地 種類에 따른 插穗의 増殖可能性

최아시킨 無病種薯를 vermiculite에 파종

하고 20℃전후의 온도와 망실 조건하에서 재배하여 30일 경과한 후 新梢를 마디단위로 2cm 정도 절단한 插穗를 wondergrow (total N 10%, soluble P 8%, soluble K 25%, soluble Mg 2%, soluble Mn 0.05%, soluble Fe 0.05%, soluble B 0.1% soluble Zn 0.01% 양액재배용 복비, 조비社) 100, 10, 5mg/l, hyponex(total N 6.5%, soluble P 4.5%, soluble K 19.0%, soluble B 0.05%, 미국 Hyponex 社) 100, 10, 5mg/l, M-S培地 1/10, 1/20, 1/30배, M-S培地 1/10배 + IAA 0.1mg/l, M-S培地 1/10배 + NAA 0.1 mg/l 등 11종류의 水耕培地에 20개체씩 插木하였다.

시험은 온도와 일장조절이 가능한 growth chamber(EF 7H, Controlled Environments Inc, Pembina, ND, USA)에서 온도는 22/20℃(주간/야간), 16시간의 일장, 습도 80%, 광은 1,500Lux 조건하에서 수행하였으며, 기포발생기를 이용하여 培地內에 산소를 공급하였다. 처리 20일 후 插木苗의 苗質을 조사하였으며 조사항목은 草長, 葉數, 根數, 根長, 生體重을 조사하였다.

2. 植物營養液 葉面撒布 濃度에 따른 플러그 插木苗의 苗素質 變化

최아시킨 小塊莖 種薯를 vermiculite에 식재하고 20℃전후의 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 윈더그로를 0, 500, 1,000, 2,000, 4,000 mg/l 농도별로 5처리하여 영양액이 흘러내릴 정도로 스프레이를 이용, 엽면시비하였으며 각 처리당 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 生體重 등의 생육형질을 조사하였다. 엽록소 측정치(SPAD reading)는 chlorophyll meter (SPAD 502, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 측정하였다.

3. 生長調節劑 前處理에 따른 플러그 化율

生長調節劑 NAA의 前處理에 따른 감자 插木苗質의 變化정도를 조사하기 위하여 8월 20일에 無病種薯를 파종하여 30일 경과 후 新梢를 2cm정도로 절단한 插穗를 40개체씩 NAA 0, 0.1, 1.0, 5.0, 10.0mg/l 5가지 액체에 2시간동안 침적하였다. 침적된 삽수는 vermiculite+peatmoss의 발근 배지를 Cell수 50개의 트레이묘판에 채운 후 각각 插木處理하여 완전임의 배치법으로 시험하였다.

시험포의 관리는 최초 5일간은 차광하에서 오전 10시에 수돗물로 두상관수하였으며, 그후로는 2일 1회 관수관리하였다. 插木 40일후 플러그묘 상태의 插木苗를 채취하여 根數, 根長, 生體重 등의 생육형질을 조사하였다.

4. 플러그 삽목묘의 塊莖形成效率

小塊莖 플러그묘(11월 28일 插木)를 插木 20여일 후인 12월 20일에 소형 포트에 이식순화하여 插木 40일 경과후인 이듬해 1월 6일(草長 10~15cm)에 비닐하우스에 정식하여 주간 15℃이상, 야간 10℃이상 유지되도록 난방관리를 하면서 재배한 후 지상부 생육 및 塊莖形成與否를 조사하였다. 대조구로 일반대지감자 육아묘(草長 10cm 내외)를 정식하여 비교시험하였다.

結果 및 考察

1. 養液培地 種類에 따른 插穗의 增殖可能性

無病種薯 插穗를 M·S培地 1/10, 1/20, 1/30배, hyponex 100, 10, 5mg/l, wondergrow 100, 10, 5mg/l, M·S培地 1/10 + IAA 0.1mg/l, M·S培地 1/10 + NAA 0.1mg/l 등 11종류의 水耕培地에 插木, 高溫長日 條件處理 30일 후 插穗의 증식가능성여부를 조사한 결과는 표 1에서 보는 바와 같다.

wondergrow 및 hyponex에서는 고농도일 수록 草長이 길어지는 경향이 뚜렷한 반면 M·S培地내에서는 농도간에 차이가 없었다. 또한 M·S培地 1/10배 단용구보다 M·S培地 1/10배 + IAA 0.1mg/l, M·S培地 1/10배 + NAA 0.1mg/l 처리구의 草長이 짧게 나타나 IAA 및 NAA 혼합에 의해 생육이 저해 받았는지에 대한 검토가 있어야 할 것으로 생각되었다.

根長에 있어서는 wondergrow 100mg/l 처리구에서 13.6cm로 길었으며 농도별로는 wondergrow 농도간에만 고농도에서 草長이 길어지는 것으로 나타났다. 그 이외의 葉

Table 1. Effects of nutrient solution on rooting and growth of plantlet by stem cuttings from Dejima potatoes tubers.

Treatment	Plant height (cm)	No. of leaves per plant	No. of roots per plant	Root length (cm)	Fresh weight (mg/plant)	
					Shoot	Root
Wondergrow 100mg/l	12.5	6.8	13.8	13.6	3130	762.8
Wondergrow 10mg/l	10.0	5.9	13.1	8.3	2875	650.0
Wondergrow 5mg/l	9.6	5.7	13.2	8.5	2550	525.1
Hyponex 100mg/l	11.3	4.3	11.7	10.7	2300	675.0
Hyponex 10mg/l	10.4	4.8	13.0	12.0	1925	624.7
Hyponex 5mg/l	7.9	4.7	13.0	11.0	1650	575.3
M·S ¹ 1/10	12.5	9.0	12.5	10.6	2975	550.0
M·S 1/20	11.6	7.8	13.0	11.5	2950	662.8
M·S 1/30	11.5	7.8	9.7	11.5	2606	549.0
M·S 1/10 + IAA ² 0.1 mg/l	9.8	7.7	11.4	9.2	2366	507.6
M·S 1/10 + NAA ² 0.1 mg/l	9.2	7.4	11.6	9.9	2525	525.8
LSD (0.05)	2.75	NS	NS	3.49	NS	NS

* Significant at 5% level of probability.

¹ IAA : Indoleacetic acid.

¹ M·S : (Murashige and Skoog, 1962).

² NAA : Naphthalene acetic acid.

養液 培地別로는 草長이 윈더그로 100mg/l 및 M·S培地 1/10처리구에서 wondergrow 5mg/l 및 hyponex 5mg/l 처리구보다 유의하게 길었으며, 농도별로는

數, 根數에서는 각 처리별로 유의차가 없는 것으로 조사되었고, 지상 및 지하부의 生體重에 있어서는 草長 및 根長과 유사한 경향을 나타내었으나 유의성은 없었다. Kim 등³⁾이

組織培養 幼植物體를 수경재배에 의한 小薯 生産試驗에서 양액의 종류에 따른 배양 결과 塊莖數량이 M:S液에 비해 wondergrow 액이 株當塊莖數가 2배정도 많았다고 보고 하고 있어 wondergrow가 영양생장 뿐만 아니라 생식생장에도 유리할 것으로 보인다. 이와 같은 결과로 볼 때 水耕插木 培地 種類에 따른 插穗의 增殖可能性은 培地種類 別로는 윈더그로가 插穗增殖에 유리할 것으로 보이며, 농도별로는 저농도보다는 100mg/l 내외의 고농도가 插穗生育에 좋을 것으로 판단되었다. 따라서 발근된 莖

插穗을 이용하여 수경재배상에서 插穗를 增殖할 경우에는 100mg/l이상의 농도에서는 지상부의 신장이 가속화되어 插穗 增殖速度를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

2. 植物營養液 葉面撒布 濃度에 따른 플러그 插木苗의 苗素質 變化

감자 플러그묘 插木후 植物營養劑인 윈더 그로를 0, 500, 1,000, 2,000mg/l 농도 별로 3일 간격으로 葉面撒布한 결과 苗素質 변화는 그림 1과 같다.

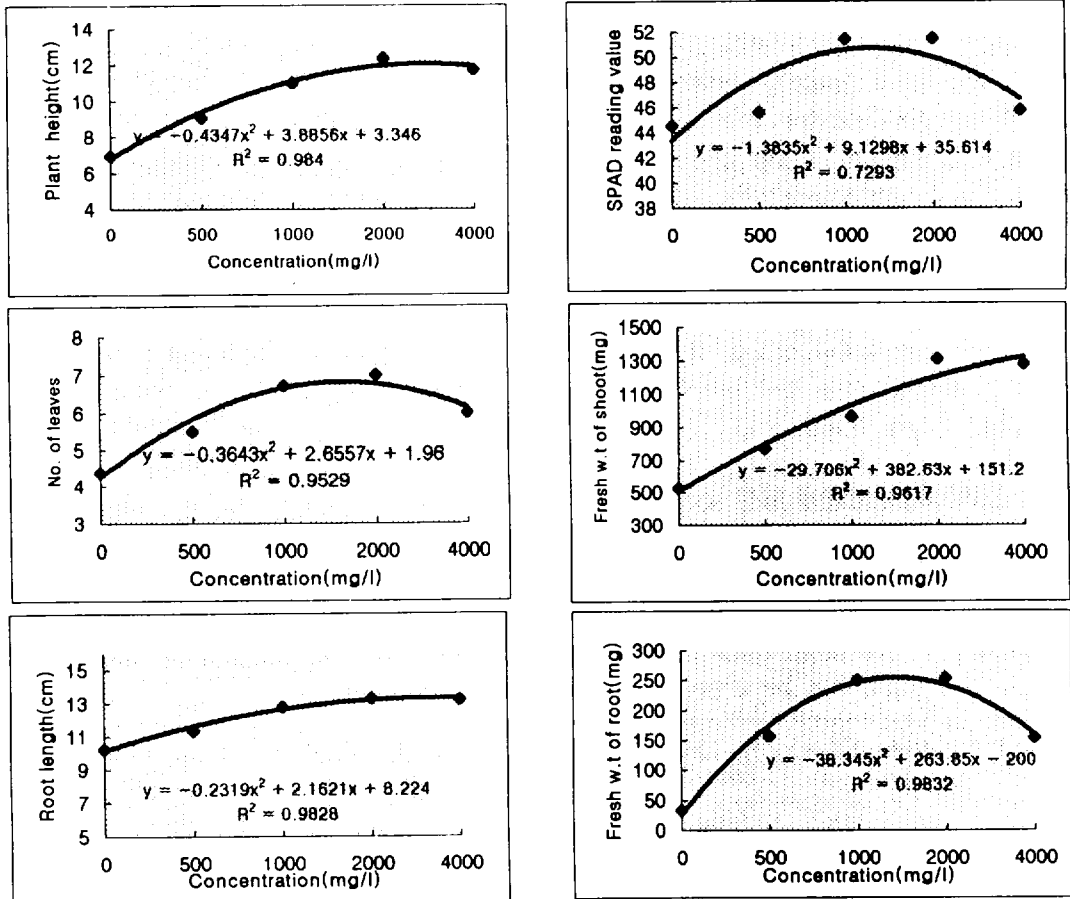


Figure 1. Concentration of foliar application of wondergrow on rooting and growth of plantlet by stem cuttings from virus-free microtubers in potatoes.

草長の 변화는 원더그로 처리 모든 區에서 無處理보다 월등하게 높아지는 경향을 보였고, 2,000mg/l 농도까지는 草長이 계속적으로 증가하다가 4,000mg/l에서는 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 원더그로의 농도가 저농도에서 2,000mg/l 까지 고농도로 갈수록 계속적인 증가추세를 보였다. SPAD reading値는 원더그로 농도가 1,000~2,000mg/l처리구에서 51.45~51.49로 높게 나타나고 있으며 地上部 生體重도 다른 형질에서와 유사한 경향을 보여 2,000mg/l까지는 계속적으로 높아지는 추세를 보였다. 地下部 生體重은 無處理에 비해 處理區에서 월등하게 높아졌으며 1,000~2,000mg/l處理區에서 높은 경향을 보여 $Y = -38.345X^2 + 263.85X + 200$ 의 회귀식을 나타내었다

이와 같은 결과로 볼 때 건전한 삼목플러그묘 생산을 위한 植物營養液 원더그로 살포는 2,000mg/l내외의 농도를 삼목후 3일간격으로 葉面撒布하는 것이 插木苗의 우량한 苗素質 형성에 유리할 것으로 판단된다.

3. 生長調節劑 前處理에 따른 플러그화율

生長調節劑 NAA의 농도별 前處理에

따른 감자 插木苗質의 변화정도를 조사한 결과는 표 2에서 보는 바와 같다. 根數의 變化程度는 NAA 1.0, 5.0mg/l 처리구에서 12.61~10.45개로 유의하게 많은 것으로 조사되었고, 根長은 NAA 1.0mg/l 처리구에서 7.53cm로 NAA 10mg/l 및 무처리구에 비해 유의하게 긴 것으로 나타났다. 2次根數에 있어서는 NAA 1.0mg/l처리구에서 3.0개로 다른 처리구에 비해 많은 것으로 조사된 반면 生體重은 차이가 없는 것으로 조사되었다. 따라서 生長調節劑 NAA의 농도별 前處理間에는 다른 처리구에 비해 NAA 1.0~5.0mg/l처리구에서 플러그묘 대부분의 생육형질이 양호한 것으로 조사되었다.

본 시험 수행시기가 9월 중순부터 10월 중순이어서 감자 插木苗의 영양생장에 부적당한 저온단일에 감응되어 塊莖이 형성됨으로써 플러그묘의 지상·지하부의 생육이 비정상적으로 이뤄지는 결과를 초래하였다.

Kim 등³⁾은 일장조건에 변화를 준 것이 塊莖의 형성 및 비대를 촉진하는 반면 塊莖의 황변을 조장하는 것으로 생각된다고 보고하고 있어 플러그묘의 영양생장을 지속시키기 위해서는 장일조건이 필수적이라 하겠다. 이상의 결과에서 볼 때 生長調節劑 NAA 濃度別 前處理인 경우에는 NAA 1.0~5.0mg/l처리가 감자묘의 플러그 형성에

Table 2. Effects of NAA concentration on rooting and growth of plug plantlets by stem cuttings from Dejima tubers.

NAA concentration (mg/l)	No. of roots	Root length (cm)	Fresh weight (mg/plant)	No. of secondary roots
0	4.06	5.19	4958	1.39
0.1	6.90	6.78	4906	2.10
1.0	12.61	7.53	6028	3.00
5.0	10.45	6.89	5282	2.35
10.0	4.17	4.61	5045	1.50
LSD (0.05)	2.68	2.38	NS	0.57

유리할 것으로 보인다.

朴 等⁸⁾은 감자 插木苗을 플러그화될 때까지 지속적으로 영양생장을 유도하기 위해서는 14시간 이상의 일장과 20℃ 정도의 고온이 요구될 것으로 보인다고 보고하고 있어 감자의 발근 및 발근묘의 정상적인 영양생장을 위해서는 插木苗의 생육조건을 고온장 일상태로 유지해야 하며 저온단일조건에 감응하게 되면 插木苗의 지상부생육이 불량해지고 생식생장으로 접어들어 塊莖이 형성된다는 점을 유의하여야 할 것으로 보인다. Kim 등¹⁾도 흔히 포장에서 생육조건이 불량하여 영양생장에서 생식생장으로 전환되어 몇 개의 小塊莖만 달린다고 하였고, Yiem 등⁹⁾은 자연상태에서 塊莖着生은 저온단일상태에서 촉진되는데 일반적으로 감자를 장일, 고온상태에서 재배할 경우 지상부의 영양생장만 계속 활발하게 진행된다고 하였다.

4. 플러그 삽목묘의 塊莖形成效率

莖插후 40일이 경과한 小塊莖 플러그묘를 비닐하우스에 정식하여 주간 15℃ 이상, 야간 10℃ 이상이 유지되도록 난방관리를 하면

서 재배 50일 후의 지상부생육 및 塊莖形成與否에 대한 예비시험을 일반대지감자와 비교하여 시험한 결과 초장은 20~30cm 정도로 일반감자 정식묘보다 조금 큰 경향을 보였고, 匍枝發生 및 塊莖形成率은 플러그묘 1개체당 匍枝 및 塊莖數가 각각 10여개가 형성되고 있다. Kim 등⁴⁾은 양액재배용 정식묘로 莖插묘를 이용할 경우 莖插묘가 조식배양묘보다 匍枝長 및 匍枝數가 길고 많았다고 보고하고 있으며 본 시험에서도 莖插묘가 지상부의 생육이 양호하고 플러그묘의 포장적용력이 일반감자묘와 비슷한 결과를 보이고 있어 플러그묘의 재식거리가 一般種薯보다 밀식이 가능한 점을 고려할 때 塊莖形成效率도 높고 플러그묘의 일반포장이식재배가 가능할 것으로 보여 이에 대한 지속적인 연구가 요망된다.

5. 形質間的 相關關係

감자의 小塊莖 줄기를 莖插하여 균일생장 플러그우량묘 생산시험의 주요형질간 상관관계는 표 3과 같다.

草長은 根長, 葉數, 地上部 生體重과 고도

Table 3. Correlation coefficients estimated among agronomic characters in plug plantlets by stem cuttings from virus-free microtubers in potatoes

Character	Plant height (cm)	Root length (cm)	No. of leaves	SPAD reading	Fresh weight (Shoot)
Root length(cm)	0.994**				
No. of leaves	0.932**	0.917**			
SPAD reading	0.693	0.680	0.891*		
Fresh weight(Shoot)	0.973**	0.965**	0.832*	0.548	
Fresh weight(Root)	0.855*	0.833*	0.979**	0.901*	0.720

* ** Significant at 5% and 1% level of probability.

의 正의 相關을, 地下部 生體重과는 正의 相關을 보였다. 根長은 葉數, 地上部 生體重과 고도의 正의 相關關係를, 地下部 生體重과는 正의 相關關係를 나타내었다. 株當葉數는 SPAD reading 值, 地上部 生體重과 正의 相關을, 地下部 生體重과 고도의 正의 相關關係를 보였다.

SPAD reading 値는 地下部 生體重과 正의 相關關係를 나타내었다. 이와 같이 플러그묘의 지상, 지하부 대부분의 형질이 正의 相關關係를 보이고 있어 지상부와 지하부의 생육은 밀접한 연관성이 있음을 나타내고 있다.

摘 要

감자의 挿木發根 適應性を 이용하여 無病種薯의 줄기를 莖插하여 均일성장 플러그묘를 대량생산할 수 있는 기술개발의 기초자료를 얻기 위하여 養液培地の 種類, 生長調節劑 前處理 등에 따른 플러그화율 및 플러그 삽목묘의 塊莖形成效率를 구명한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. M-S培地, hyponex, 윈더그로중 插穗增殖을 위한 水耕挿木培地로는 윈더그로가 양호한 결과를 보였고, 농도별로는 고농도일수록 생육이 양호해지는 경향이였다.

2. 플러그삽목묘에 윈더그로 엽면살포시 2,000mg/l 농도에서 건전한 삽목묘가 형성되었다.

3. 生長調節劑 농도별 前處理時 NAA 1.0~5.0mg/l처리가 감자묘의 플러그화에 유리하였다.

4. 挿木 40일묘를 비닐하우스에 정식하여 괴경형성여부를 시험한 결과 정식 50일에는 草長은 20~30cm내외, 匍枝 및 塊莖數가 각각 10여개가 형성되었다.

5. 삽목묘의 地下部生體重은 草長, 根長, SPAD reading 値와 正의 相關關係를, 個體當 葉數와는 高度의 正의 相關關係를 보였다.

參考 文獻

1. Hussey G and N. J Stacey. 1981. *In vitro* propagation of potato (*Solan Spp.*). Ann. Bot. 48: 787-796.
2. 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. pp. 14-29.
3. Kim H. J, K. S Kim, W. B Kim and K. S Choi. 1993. Studies on small seed potato(*Solanum tuberosum* L.) multiplication by hydroponic and its practical use. RAD. J. Agri. Sci. 35(1): 524-529.
4. Kim H. J, S. Y Kim, J. G Kang, Y. H Om, J. K Kim and K. S Choi. 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.
5. 李昌德. 1987. 高冷地 農業. 江原大學校 出版部. pp. 210.
6. Mellor F. C and R. Stace-Smith. 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). pp. 616-735.
7. 농촌진흥청 원예시험장. 無病種薯의 확대 보급을 위한 인공씨감자 주년생산 및 실용화 모델연구 (1차년도 보고서). pp.

- 9-39.
8. Park Y. M, I. S So, Z. K U, and B. K Kang. 1997. Production of plug plantlets for mass propagation using stem cuttings of virus free potato microtubers in potatoes. Korean J. Crop Sci. 42(6): In the press.
9. Yiem M. S, Y. E Park, J. K Kim, S. Y Kim, M. C Cho and B. H Hahn. 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.
10. 유연하. 1990. 우리나라 감자 및 종서 생산 현황 및 문제점. 수입개방화에 대응한 우량종서 생산 심포지엄 발표요지. pp. 9-22.