

碩士學位論文

감자 플러그 育苗를 利用한 養液栽培 小塊莖의  
切片크기와 切片數가 生育과 收量에 미치는 影響



濟州大學校 大學院

農學科

文 賢 基

2001年 12月

감자 플러그 育苗를 利用한 養液栽培 小塊莖의  
切片크기와 切片數가 生育과 收量에 미치는 影響

指導教授 宋 昌 吉

文 賢 基

이 論文을 農學 碩士學位論文으로 提出함

2001年 12月

文賢基의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長\_\_\_\_\_ 印

委 員\_\_\_\_\_ 印

委 員\_\_\_\_\_ 印

濟州大學校 大學院

2001年 12月

Effect of the Weight and Number of Seed-piece of  
Mini-tuber produced by Hydroponics on Growth  
and Yield by Potato Plug Seedlings

Hyun-Ki Moon

(Supervised by professor Chang-Khil Song)

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

DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2001. 12.

# 目 次

Summary .....	1
I. 서 언 .....	3
II. 연 구 사 .....	4
III. 재 료 및 방 법 .....	9
IV. 결 과 및 고 찰 .....	13
1. 플러그묘의 출현율	
2. 생육형질	
3. 수량형질	
4. 회귀	
V. 적 요 .....	24
참고문헌 .....	25

# Summary

This study analyzed the influence of weight and number of seed-piece of mini-tuber produced by hydroponics on growth and yield by potato plug seedlings.

1. The highest emergence rate was 85.4% when the weight of seed-piece was 11g, and 86.6% when the mini-tuber was cut into 3 pieces.

2. The total yield per 10a increased when seed-piece weight was heavier(highest total yield per 10a was 3,041kg for 13g seed-piece) and it was higher from 3, 4 pieces mini-tuber one.

3. The average tuber weight increased when the seed-piece weight was bigger(it was 71.5g for 13g seed-piece) and higher from 3, 4 pieces mini-tuber than 2 pieces one.

4. The highest 30-250g rate was 85.5% when the weight of seed-piece was 11g and 85.8% when the mini-tuber was cut into 3 pieces.

5. The weight of 30-250g per 10a increased when seed-piece weight was heavier(The highest weight of 30-250g per 10a was 2,664kg for 13g seed-piece) and 2,579kg when the mini-tuber was cut into 3 pieces.

6. Most of character was higher on uncut seed than on cut seed. This result is because of a difference in physiological age of mini-tubers which occurred by cutting on the dormancy of mini-tubers which weren't broken.

7. When cut seed of mini-tuber produced by hydroponics was grown after plug seedling, field growth was possible because early growth can be controlled. So, in conclusion  $5\pm 2\text{g}$  mini-tuber needs to be seeded by uncut seed. Seed-piece weight which is heavier than 9g is useful to seeds by cut seed using plug seedling, and in cut seed 3 pieces seed is useful.



# I. 서 언

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 가지과 작물로 생산량이 옥수수, 벼, 밀 다음으로 세계 4대 식량작물중의 하나이며, 전세계 130여개 국가에서 약 2억 8천만톤('98)정도 생산되고 있고, 특히 식량문제가 더욱 시급한 개발도상국에서 전세계 생산량의 35%가 생산되며, 매년 약 4%정도 생산량의 증가를 보이고 있다.

감자는 1824년 우리 나라에 도입되었으며, 본격적인 재배·생산은 1950년대 이후 산간지에서만 재배되던 것이 평야지에서도 이뤄지면서 부터이다. 감자의 재배면적은 '90년대 이후 9%씩 소폭 증가하여 2000년 현재 29,415ha가 재배되고 있다(농림부통계, 2000). 한편, 제주도의 감자재배 면적은 매년 29%씩 대폭 증가하여, '99년 6,308ha로 전국 재배면적의 30%를 차지하여 생산액도 1,270억원에 이르고 있다. 특히 단경기 출하를 목적으로 재배하는 가을 감자의 경우 노지에서 월동이 가능해 수요가 늘어나는 겨울철에 적절히 유통시켜 높은 가격을 받고 있으며, 우리 나라 가을 감자 재배면적의 약 60% 이상을 차지하고 있다.

하지만 이렇게 급성장 하는 우리 나라 감자재배의 문제점은 건전중서확보의 어려움에 있으며, 전국적으로 정부 보급종 보급률이 20%수준으로 농가의 수요량에 크게 부족하다. 현재 부족분의 건전중서확보를 위해 조직배양과 양액재배를 이용하고 있는데, 양액재배에 의해 생산된 소피경은 조직배양에 의해 생산된 인공씨감자보다는 크고, 토양재배에 비해 크기가 작지만, 제한된 소규모 면적에서 대량생산이 가능하여 보급종 씨감자의 생산단계를 단축시켰다. 그러나 아직도 재배농가에서 필요로 하는 건전중서의 공급량은 부족한 실정이다.

최근에 공정육묘를 위해 사용되는 플러그 육묘는 묘의 균일도가 높고, 재배일정을 맞추기가 용이하며, 묘의 성장속도가 빠르고, 종자 소모가 적다. 또한 공간 이용 효율이 높고 정식이 용이한 장점 등이 있다.

따라서 본 시험은 양액재배산 소피경을 절단, 플러그 육묘를 통해 안정적인 묘를 생산하여 포장에 정식하므로써 양액재배산 소피경의 절단재배 가능성을 진단하고, 적당한 절편크기와 절편수를 구명하여 감자 건전중서의 대량생산 기술을 개발하고자 하였다.

## II. 연구사

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 1824년에 처음으로 우리 나라에 도입되어 주로 식용으로 이용되다가 1980년대 이후에는 다양한 가공용 식품들이 개발되어 소비가 증가하면서 재배면적이나 생산량이 많아졌다. 또한 최근에는 지역별 재배환경에 맞는 여러 가지 감자재배 작형의 개발로 고랭지나 난지, 평야지 및 시설하우스 안에서 감자를 재배하므로써 주년 생산이 가능해졌으며, 일부 지역에서는 겨울철 농한기 때 시설재배로 농가의 소득을 높이는 고소득 작물로 각광을 받고 있다(Horton, 1987; 농촌진흥청, 1998).

### 1. 감자 재배환경

감자의 생육에 적당한 기상요인은 강수량 400~800mm가 전체 생육기간동안 필요하고(Haverkort, 1982), 맹아의 출현은 27~29℃, 출현 후 생육은 21~24℃, 괴경비대는 지온이 22℃일 때 가장 증수되며, 29℃ 이상에서는 급격한 감소를 보인다(Epstein, 1966). 일장은 12시간 정도가 괴경비대에 좋으며(Wheeler 등, 1986), 일사량은 많을수록 괴경비대가 촉진되어 수량이 증가되는 것(Haverkort, 1986)으로 보고되고 있다.

한편, Kim 등(1991)은 '재배환경이 감자의 괴경비중 및 수량에 미치는 영향' 이라는 연구에서 7-8월의 고온과 장마기를 경과한 후 수확되는 여름감자의 경우 고온과 토양수분함량이 높아져 괴경비중이 떨어지며, Dejima는 24시간 이상의 침수에서 Superior보다 괴경부패가 적어 습해에 강하다고 보고하였다.

감자의 경수는 괴경무게에 비례하여 증가하고(Bates, 1935), 괴경당 경수는 해마다 차이가 크고, 품종 또는 종서의 연령, 저장 조건에 따라 다르며, 생육초기에 경수가 결정되고, 생육이 진전됨에 따라 증가하는 경우는 드물다(Javis, 1973). 감자의 주당 괴경수는 경수와 정의 상관이며(Goodwin 등, 1969), 고온보다 저온, 특히 야간 저온일 때 많으며(Borah 등, 1959; Bodlaender, 1960; Ewing 등, 1978; Gregory, 1954), 괴경수는 9-10℃의 저온에서 많아진다(Epstein, 1966).



## 2. 괴경휴면과 절단재배

감자 괴경의 휴면기간은 여러 가지 요인에 의해 다르게 나타날 수 있는데, 휴면기간에 가장 큰 영향을 주는 것은 유전적인 요인이라 할 수 있으며(Tagawa와 Okazawa, 1955), 같은 식물체에서 수확된 괴경일지라도 크기가 작은 것이 휴면기간이 긴 것으로 알려져 있다(Emilsson, 1949).

감자는 서령에 따라 싹의 생장, 싹의 수, 출현속도 및 초기생육이 다르게 나타나서 수량에 영향을 주며(Megee et al 1986), 기내소괴경의 경우에도 맹아는 종서의 크기보다는 서령의 영향이 크다고 하였다(Kim 등, 1994).

따라서 괴경의 성숙과정 중에는 외형적 크기나 내부의 고형물질 성분의 변화뿐만 아니라 생장조절 물질의 함량도 변화하는데, 이러한 생장조절 물질의 변화는 괴경의 휴면과 밀접한 관련성을 갖는다(Franklin과 Hamberg, 1980). 또한 같은 품종 내에서도 괴경의 성숙정도에 따라 휴면기간이 달라지게 되는데 일반적으로 성숙정도는 괴경의 생리적, 형태적 특성에 의해 결정된다(Rappaport와 Wolf, 1969).

대지품종의 휴면기간은 수확 후 30~50일 정도인데, 저장조건에 따라서 이보다 길어지거나 짧아질 수가 있는데, 휴면기간을 단축하여 조기재배를 하고자 할 때 전서로 저장하는 것 보다 절단하여 저장하면 휴면기간이 짧아진다(감자재배, 농촌진흥청, 1993; 감자총서, 고령지농업시험장, 1999)

유럽을 제외한 우리 나라, 미국, 일본 등이 감자를 절단하여 종서로 사용하는데, 절편서가 클수록 발아가 빠르고 초장이 길며, 경수가 많아 생육이 양호하여 수량에 미치는 영향이 크다. 또한 전서와 절단서의 수량성을 비교해본 결과 30g전서가 30g절편서구 보다 13.8%가 증수했고, 60~150g에 비하여 평균 8.8%가 증수되었으나 수량 차가 적은 것으로 보아서 종서로는 30g전서가 경제적 가치가 크다(최 등, 1967). 그리고 종서로써 괴경의 크기는 32~57mm 보다 작은 것이 유리하고, 소서가 많을수록 단위중량당 많은 경수가 확보되어 수량을 증대시킬 수 있는데(Wurr, 1972), 종서 절편이 크고 절단횟수가 적을수록 수량이 많으며, 절단서의 경우 42g이 종서로써 가장 이상적이다(Gregory, 1956; H. O. Warren, 1954; G. C. Warren, 1958).

단위면적당 총서 및 소서의 확보는 휴간×주간(75cm×20cm)의 재식거리에 30~40g 정도의 전서사용이 유리하며(신 등, 1978), 종서를 절단한 후 파종시 까지 각종 환경관리가 종서 부패 및 수량에 미치는 영향을 구명하기 위한 연구에서 종서 절편을 파종시 까지 건조한 가마니 및 습한 가마니에 피복한 것이 수량이 많았다(최 등, 1968).

감자 절단재배시 절편 부패는 절단후 절단서를 오염 토양에 파종시, 밀폐 보관, 절단면을 햇볕에 노출하거나 고온에 보관할 때 순으로 부패정도가 심하다. 그리고 절단전후 mancozeb분의 처리가 절단부패병에 뚜렷한 효과가 있으며(Hahm 등, 1993), 감자의 절단괴경은 14℃에 5일 이상 저장한 후에 4℃에 냉장하는 것이 부패에 안정적이다(Lee, 1977).

### 3. 플러그 육묘

최근 공정육묘를 위해 사용되는 플러그 육묘는 묘의 균일도가 높고, 재배일정을 맞추기가 용이하며, 묘의 성장 속도가 빠르고, 종자 소요량이 적다. 또한 공간 이용 효율이 높으며, 정식이 용이한 장점 등이 있어 채소와 화훼류의 묘종생산에 널리 이용되고 있다(Carlson 등, 1992; Mcavoy, 1998; Pepler, 1990).

플러그의 성장과 발달과정에서 플러그묘 생산에 가장 중요하고 결정적인 단계는 종피로부터 유근이 나올 때와 뿌리가 토양 속으로 들어가고 줄기와 떡잎이 출현하는 시기으로써 이 기간 동안의 수분, 산소, 온도 및 광조건은 플러그묘 생산의 승패를 좌우하므로 작물마다 적당한 플러그 셀의 크기 및 모양, 상토 선발이 중요하다(Jeong, 1998). 그러나 플러그 육묘시 입모율은 플러그 셀 크기보다는 씨감자의 크기가 더 큰 영향을 미치는 데, 이것은 씨감자의 크기에 따라 발아에 필요한 미량원소와 저장양분의 이동이 다르기 때문이다(Headford, 1961; Moorby, 1967). 한편, 감자 바이러스 무균종묘의 플러그묘 대량생산에 관한 연구에서 삼수 굵기에 따른 삼목묘의 발근 개시일 까지의 일수는 삼수의 굵기가 가늘수록 빨랐으며(Park 등, 1999), 소괴경 유래 줄기를 이용한 플러그 삼목시 교체배지는 단용배지 보다 cocopeat, vermiculite, perlite, peatmoss를 이용한 혼합배지에서 플러그의 형성율이 양호하여 고온장일조건(20℃ 이상, 16시간의 일장)에서 지상부와

지하부 생육이 양호하였고(Park 등, 1997), 플러그 육묘 후 본포정식시 활착율은 소피경과 셀의 크기와 관계없이 매우 높은 활착율을 보인다(Lee 등, 2000)

#### 4. 양액재배에 의한 종서생산

감자는 영양번식 작물로 피경에 의해 증식되기 때문에 연속적으로 재배하면 병해충의 전염이 용이하고 수량과 품질이 심하게 저하되므로 정부 차원에서 씨감자를 체계적으로 생산하여 농가에 보급하고 있는데(조, 1986), 낮은 종서 갱신 효율 때문에 매년 공급되는 종서 양은 농가 종서희망갱신량의 20%미만으로 절대적으로 미흡한 실정이다(고령지농업시험장, 1992).

조직배양을 이용한 기내소피경은 처음에 유전자원의 보존 방법으로 연구되기 시작하였고, 우리 나라를 비롯하여 여러 나라에서 종서 생산에 이용되고 있다(Joung, 1989; Hussey와 Stacey, 1984; Rosell 등, 1987; Wang과 Hu, 1982; Yiem 등, 1990). 현재 우리 나라에서는 Joung(1989)이 개발한 인공씨감자 대량생산 기술의 상업적 이용이 시도되고 있지만 생산비용이 많이 들고 크기가 작기 때문에 재배가 용이하지 않다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 연구되고 있는 양액재배는 우주에서 식량공급원으로서의 가능성 타진 목적으로 NFT에 관한 연구(Wheeler와 Tibbitts, 1986, 1987; Wheeler 등, 1986, 1990)가 시작되었으나, 최근에는 무병종서 생산의 수단으로 이용 또는 연구되고 있으며(Kang과 Kim, 1995; Kang 등, 1996; Kim 등, 1993; Kim 등, 1997a, 1997b), 10a당 약 60만개의 소피경 생산이 가능하다(장 등, 1997).

포장재배시 관행의 종서크기는 30~40g정도이나 기내소피경은 1g 이내로 아주 작기 때문에 초기 생육이 부진하고 입모율이 낮아 결과적으로 수량이 감소하지만(Wattimena 등, 1983), 양액재배에 의해 생산된 소피경은 크기가 작은 것은 0.5g에서 큰 것은 20~30g으로서 관행재배에서 생산된 것 보다 작으나, 5g이상이면 포장재배가 쉽고 수량감소가 적으므로 종서용으로는 5~10g정도 크기의 소피경을 많이 생산하는 것이 바람직하다(Kang 등, 1995). 저장중 감모율과 피사율은 무게가 무거울수록 낮으며 멩아율은 증가되고 대지품종의 육아상 출현소요일수는

8~13일, 출현율은 1g내외(75%)를 제외하고 95% 이상으로 높고, 수미품종의 출현소요일수는 15~20일, 출현율은 55~85%로 씨감자의 무게가 무거울수록 높다(손 등, 1997).

양액재배산 소피경의 포장시험결과 소피경의 크기가 클수록 초장, 경경, 엽장, 엽폭 등 성장량에서 증가되고, 주당피경수와 피경중도 증가되나 3~5g 이상의 소피경에서는 큰 차이가 없었으며, 3g이상의 크기면 포장재배가 가능했다(Kim 등, 1998; Kim 등, 1997c).

양액재배산 종서크기 5g의 수량은 일반절단서 30g과 비슷한 수준이며, 재식거리가 넓어짐에 따라 주당피경중은 증가하는 반면에, 단위면적당 총피경중과 규격서중에 있어서 감소하여 일반관행인 75cm×25cm 보다 밀식하는 것이 바람직하다(김 등, 1999)

양액재배산 종서의 출현일수는 일반감자(절단서)에 비해 5~10일 정도 늦고, 최종출현율은 기내소피경이 81%인 경우를 제외하고 나머지 처리에서 모두 90% 이상을 보였으며, 수량 면에서 일반감자(절단서) 대비 1~2g이 65%, 5±2g이 85%인 경우를 제외하고 나머지 양액재배산 종서에서 90%이상을 나타냈다. 감모율에 있어 반지하식저장고의 경우 14일녹화구가, 저온저장고의 경우 녹화처리기간이 길수록 작고, 35일 녹화의 경우에는 오히려 21일 녹화처리구에 비해 컸다(윤 등, 1997).

### Ⅲ. 재료 및 방법

본 시험은 2001년 2월 20일부터 8월 1일까지 제주시 아라1동 1번지 제주대학교 농업생명과학대학 연구실습센터 포장에서 수행하였다.

시험품종은 제주에서 많이 재배되고 있는 대지(Dejima)품종으로 2000년 10월에 파종, 다음해 1월 20일에 녹화·수확한 분무경 양액재배산 소피경을 이용하였다.

양액재배산 소피경을 크기별로 분류하여 수확 후 30일에 절편크기가 각각 3g, 5g, 7g, 9g, 11g, 13g의 절편이 되게 1절(전서), 2절, 3절, 4절하였다. 절단한 소피경은 상처치유를 위해 25℃에 보관하여 부직포를 덮고 충분한 습도를 유지시켰으며, 절단서의 상처치유가 끝난 3월 15일에 소피경의 크기에 맞는 플러그묘판(32구, 50구, 72구)에 perlite와 peatmoss의 1 : 2 혼합배지를 채우고 유리온실 산광 하에서 충분한 수분을 유지하며 플러그 육묘를 했다. 플러그묘의 출현율이 70%이상인 4월 20일 포장에 정식하였는데, 재식거리는 60×20cm였고, 시험구당 면적은 3.3m<sup>2</sup>였으며, 시비량은 질소, 인산, 가리를 10a당 10-10-12비율로 전량 기비하였고, 파종 직후 투명 PE film으로 멀칭하였다.

시험구배치는 양액재배산 소피경의 절편크기를 주구로 하고 절편수를 세구로 한 분할구배치법 3반복이었다.

조사형질에서 출현율은 전체주수를 대상으로 조사하였고, 포장정식 후 70일에 초장, 경수, 경직경을 조사하였으며, 수확은 포장정식 후 100일에 하였다. 기타 재배방법 및 생육과 수량조사는 농촌진흥청 농사시험연구기준에 준하였다(농촌진흥청, 1995).

시험포장의 토양은 아라통으로 암갈색 화산회토였으며, 화학적 조성은 표 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. The initial chemical properties of surface soil (0~10cm) at the experimental site.

pH (1:5)	Organic matter (%)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exchangeable cation (cmol/kg)				EC (ms/m)
			Mg	Ca	Na	K	
5.23	8.76	117	0.71	1.57	0.16	0.73	9.80

Table 2. Meteorological factors during the experimental period in 2001.

Month	Temperature(°C)			Precipitation (mm)		
	Average	Maximum	Minimum			
Apr.	E <sup>b</sup>	2001	13.6	17.6	9.7	25.7
		N	11.9	15.6	8.4	31.3
		D	1.7	2.0	1.3	-5.6
	M	2001	14.2	18.5	10.3	2.5
		N	14.2	18.1	10.1	12.1
		D	0.0	0.4	0.2	-9.6
	L	2001	14.5	17.9	11.3	34.4
		N	15.1	19.1	11.8	24.0
		D	-0.6	-1.2	-0.5	10.5
May	E	2001	16.6	20.3	13.9	16.3
		N	16.7	21.2	12.7	18.7
		D	-0.1	-0.9	1.2	-2.4
	M	2001	19.4	24.1	15.6	1.4
		N	17.1	20.5	14.3	25.9
		D	2.3	3.6	1.6	-24.5
	L	2001	19.4	22.5	17.2	87.7
		N	19.3	23.0	16.0	27.6
		D	0.1	-0.5	1.2	60.1
June	E	2001	21.4	25.1	18.8	7.2
		N	20.4	23.8	17.3	23.7
		D	1.0	1.3	1.5	-16.5
	M	2001	22.1	25.3	19.1	57.2
		N	21.5	24.8	18.6	45.2
		D	0.6	0.5	0.5	12.0
	L	2001	23.5	26.2	21.2	195.3
		N	23.2	26.4	20.6	67.3
		D	0.3	-0.2	0.6	128.0
July	E	2001	24.8	28.6	21.5	56.6
		N	24.3	27.5	21.7	121.4
		D	0.5	1.1	-0.2	-64.8
	M	2001	26.4	30.1	23.5	57.7
		N	26.6	29.7	24.1	10.9
		D	-0.2	0.4	-0.6	46.8
	L	2001	28.9	32.2	26	8.8
		N	27.3	30.6	24.7	85.9
		D	1.6	1.6	1.3	-77.1

<sup>b</sup> E : early. M : medium. L : late. N : 6-year (1996~2000) mean.

D : departure from normal.

표 2는 시험기간 중의 기온과 강수량을 나타낸 것이다. 기온은 5월 중순과 7월 말이 평년보다 각각 2.3℃, 1.6℃ 정도 높은 것을 제외하고는 평년과 비슷하며 강수량은 대체적으로 4월은 평년과 비슷한 수준이고, 5월과 6월이 평년보다 많았으며, 7월은 평년보다 적었는데, 본 시험을 수행하는데 지장은 없었다.





## IV. 결과 및 고찰

### 1. 플러그묘의 출현율

양액재배산 소피경을 perlite와 peatmoss의 1 : 2 혼합한 배지를 채운 플러그묘판에 절편크기를 3~13g까지 6종류로, 절편수를 1~4절로 구분·파종하여 35일 동안 육묘 후의 출현율을 변화정도는 표 3에서 보는 바와 같다.

플러그묘 출현율은 절편크기가 클수록 높게 나타났으며, 11g에서 85.4%로 가장 높았다. 절편수에서는 3, 4절에서 전서보다 유의하게 높게 나타났다.

플러그묘의 성장과 발달과정에서 수분, 산소, 온도 및 광조건은 플러그묘 생산의 승패를 좌우하므로 작물마다 적당한 플러그 셀의 크기 및 모양, 상토 선발이 중요하다(Jeong, 1998). 그러나 플러그 육묘시 입모율은 플러그 셀 크기보다는 씨감자의 크기가 더 큰 영향을 미치는 데 이는 씨감자의 크기에 따라 발아에 필요한 미량원소와 저장양분의 이동이 다르기 때문이다(Headford, 1961; Moorby, 1967).

기내소피경의 맹아는 종서의 크기보다는 서령의 영향을 크게 받는 것 (Kim과 Joung, 1994)으로 보이며, 대지품종의 휴면기간이 30~50일 이나(감자재배, 농촌진흥청, 1993), 본 시험의 양액재배산 소피경은 수확후 30일이 경과한 상태에서 절단했기 때문에 전서에서 플러그묘의 출현율이 저조했던 것은 생리적서령의 차이에 기인한 것으로 사료된다.

Table 3. Effect of the weight and number of seed-piece on emergence rate in mini-tuber plug seedlings.

	seed-piece weight (g)	No. of seed-pieces(ea)				Means
		1	2	3	4	
Emergence rate (%)	3	73.0	75.3	72.3	75.1	73.9
	5	73.0	75.3	82.0	74.2	76.1
	7	76.9	78.4	89.3	87.5	83.0
	9	77.0	80.0	91.4	88.2	84.2
	11	75.0	82.0	93.8	90.8	85.4
	13	76.2	84.1	91.0	88.1	84.8
	Means	75.2	79.2	86.6	84.0	

	Emergence rate
LSD0.05	
LSD0.05(1)	7.92
LSD0.05(2)	3.97
LSD0.05(3)	NS
LSD0.05(4)	NS

LSD0.05(1): Between seed-piece weight means

LSD0.05(2): Between the number of seed-pieces means

LSD0.05(3): Between the number of seed-pieces means for the same seed-piece weight

LSD0.05(4): Between seed-piece weight means for the same or different the number of seed-pieces

## 2. 생육형질

감자 플러그묘의 절편크기 및 절편수에 따른 포장정식 후의 초장, 경수, 경직경의 변화는 표 4에서 보는 바와 같다.

절편크기 간에 초장은 절편크기가 클수록 증가하다가 감소하는 경향으로 11g에서 64.7cm로 가장 높았고, 경직경은 절편크기 3g보다 5g이상에서 유의하게 굵어졌고 13g에서 13.0mm로 높았으며, 경수에서는 유의성이 인정되지 않았다. 절편수가 증가함에 따라 초장은 2, 3절에서 64~62.6cm로 높게 나타난 반면, 경수는 절단서보다 전서가 유의하게 많아지는 결과를 보였다. 경직경에서는 전서보다 절단서에서 굵어지는 것으로 나타났으며 4절에서 11.9mm로 가장 높았다.

이와 같은 결과는 플러그 육묘를 할 때 절단서가 절단에 의한 휴면타파 효과로 조기 출현에 의해 전반적인 생육상태가 양호한데서 기인한 것으로 사료된다.



Table 4. Effect of the weight and number of seed-piece on plant height, and the number of stems per plant, and stems diameter in field growth.

	seed-piece weight (g)	No. of seed-pieces(ea)				Means
		1	2	3	4	
Plant height (cm)	3	40.3	62.8	53.1	55.1	52.8
	5	45.5	62.0	62.0	54.0	55.9
	7	49.8	65.6	63.3	54.6	58.3
	9	62.6	65.0	64.2	60.0	62.9
	11	63.3	67.5	69.6	58.5	64.7
	13	61.1	60.9	63.3	68.6	63.5
	Means	53.8	64.0	62.6	58.5	
No. of stems per plant (ea)	3	1.8	1.5	1.8	1.9	1.8
	5	2.2	2.0	1.8	1.8	1.9
	7	2.1	2.0	2.0	1.7	2.0
	9	2.3	1.9	2.1	1.8	2.0
	11	2.4	2.1	2.0	2.3	2.2
	13	2.8	1.8	2.0	1.8	2.1
	Means	2.3	1.9	1.9	1.9	
Stem diameter (mm)	3	7.2	10.6	10.4	10.8	9.7
	5	9.7	11.5	11.7	11.9	11.2
	7	9.9	11.5	11.3	11.0	10.9
	9	11.4	11.5	11.8	12.2	11.7
	11	11.6	12.3	12.8	11.9	12.1
	13	13.8	12.1	12.6	13.5	13.0
	Means	10.6	11.6	11.8	11.9	
LSD0.05		Plant height	No. of stems per plant	Stem diameter		
LSD0.05(1)		6.56	NS	0.89		
LSD0.05(2)		4.20	0.29	0.59		
LSD0.05(3)		NS	NS	1.44		
LSD0.05(4)		NS	NS	1.53		

LSD0.05(1): Between seed-piece weight means

LSD0.05(2): Between the number of seed-pieces means

LSD0.05(3): Between the number of seed-pieces means for the same seed-piece weight

LSD0.05(4): Between seed-piece weight means for the same or different the number of seed-pieces

### 3. 수량형질

감자 플러그묘를 포장에 정식하여 100일 후에 수확·조사한 괴경 관련 수량형질은 표 5, 6, 그림 1에서 보는 바와 같다.

10a당총서중은 3g에서 2,052kg, 13g에서 3,041kg으로 절편크기가 클수록 높은 경향이였다. 절편수에서는 전서보다 절단서에서 10a당총서중이 증가한 것으로 조사되었으며, 절단서 중에는 2절보다 3, 4절에서 10a당총서중이 많은 것으로 나타났다으나, 3, 4절 간에는 유의차를 보이지 않았다. 이러한 결과는 서령에 따라 싹의 생장, 싹의 수, 출현속도 및 초기생육이 다르게 나타나서 수량에 영향을 주기 때문이다(Megee et al, 1986). 따라서 절편크기에서는 기존성적과 유사하였으나, 절편수에서는 다른 경향을 보였는데 괴경절단으로 인한 절단서의 휴면타파여부가 관계된 것으로 사료된다.

괴경평균중은 절편크기가 증가함에 따라 증가하여 13g에서 71.5g으로 높게 나타났다으며, 절편수에서는 전서보다 절단서에서 높게 나타났고, 2절보다 3, 4절에서 유의하게 높았다. 이와 같은 결과는 괴경비대가 지온이 22℃일 때 가장 중수되며, 29℃ 이상에서는 급격히 감소하고(Epstein, 1966), 주당 괴경수는 경수와 정의 상관이다(Goodwin 등, 1969). 따라서 절단서가 초기생육이 양호하여 고온 조건이 오기 전에 괴경비대가 되었고, 전서에서는 초기생육이 좋지 않아서 괴경비대기에 고온 조건이 괴경비대에 불리하게 작용했으며, 경수가 전서에서 많았던 것에 기인한 것으로 사료된다.

표 6에서의 종서규격서율은 절편크기 간에는 절편크기가 클수록 11, 13g에서 높게 나타났으며, 11g에서 85.5%로 가장 높았다. 절편수 간에는 전서보다 절단서가 종서규격서율이 높았으며, 절단서 중에는 3절이 85.8%로 높게 조사되었다.

종서규격서중은 절편크기 간에는 절편크기가 클수록 증가하는 경향으로 13g에서 2,664kg으로 가장 높게 조사되었다. 절편수 간에는 전서보다 절단서에서 높게 나타났으며, 2절보다 3, 4절에서 유의하게 높았고, 3절에서 2,579kg으로 높게 조사되었다. 한편, 비중은 절편크기와 절편수에서 차이가 없는 것으로 나타났다.

본 시험에서 대부분의 형질이 전서보다 절단서에서 높게 나타났는데, 이것은 괴경휴면이 완전히 타파되지 않은 상태에서의 절단에 의한 생리적 서령의 차이로

사료된다. 또한 양액재배산 소피경의 절단서는 플러그 육묘 후 재배했을 때 초기 생육의 관리가 가능하여 정상적인 포장생육을 할 수 있었다. 따라서 소피경의 크기가  $5\pm 2\text{g}$ 은 단위면적당 경수 확보를 위해 전서로 파종하면 맹아수와 주당경수의 감소를 막을 수 있으며, 반면에 절편크기 9g이상인 것은 절단서로 플러그화하여 포장재배가 가능했고, 절편수는 3절이 용이할 것으로 사료된다.



Table 5. Effect of the weight and number of seed-piece on total yield per 10a, and average tuber weight at 100 days after transplanting plug seedlings.

	seed-piece weight (g)	No. of seed-pieces(ea)				Means
		1	2	3	4	
Total yield	3	1,510	2,200	2,371	2,126	2,052
(kg/10a)	5	1,575	2,181	2,411	2,887	2,263
	7	1,827	2,300	2,727	2,880	2,434
	9	2,262	2,988	3,236	3,211	2,924
	11	2,308	3,070	3,426	3,280	3,020
	13	2,028	3,044	3,721	3,372	3,041
	Means	1,918	2,630	2,982	2,959	
Tuber weight	3	43.7	47.6	48.8	45.3	46.3
(g)	5	50.4	52.4	53.9	55.6	53.1
	7	57.7	59.7	60.6	59.2	59.3
	9	57.7	60.5	64.4	70.9	63.4
	11	63.2	65.7	76.8	77.9	70.9
	13	66.2	62.0	76.9	80.8	71.5
	Means	56.5	58.0	63.6	64.9	
		Total yield		Tuber weight		
LSD0.05						
LSD0.05(1)		366.67		8.35		
LSD0.05(2)		240.97		5.11		
LSD0.05(3)		NS		NS		
LSD0.05(4)		NS		NS		

LSD0.05(1): Between seed-piece weight means

LSD0.05(2): Between the number of seed-pieces means

LSD0.05(3): Between the number of seed-pieces means for the same seed-piece weight

LSD0.05(4): Between seed-piece weight means for the same or different the number of seed-pieces

Table 6. Effect of the weight and number of seed-piece on 30~250g rate, and weight of 30~250g per 10a, and specific gravity of tuber at 100 days after transplanting plug seedlings.

	seed-piece weight (g)	No. of seed-pieces(ea)				Means
		1	2	3	4	
30~250g rate (%)	3	67.8	73.8	80.4	83.8	76.5
	5	70.8	81.2	82.9	81.5	79.1
	7	70.6	78.4	83.0	81.3	78.3
	9	73.7	84.8	85.3	85.7	82.4
	11	78.5	84.8	92.0	86.5	85.5
	13	74.3	86.9	91.4	88.2	85.2
	Means	72.6	81.7	85.8	84.5	
30~250g weight (kg/10a)	3	1,023	1,623	1,901	1,808	1,589
	5	1,114	1,774	2,000	2,371	1,815
	7	1,290	1,800	2,260	2,350	1,925
	9	1,668	2,533	2,759	2,751	2,428
	11	1,812	2,622	3,150	2,840	2,606
	13	1,626	2,643	3,401	2,987	2,664
	Means	1,422	2,166	2,579	2,518	
Specific gravity of tuber	3	1.058	1.051	1.051	1.051	1.053
	5	1.062	1.042	1.053	1.052	1.052
	7	1.061	1.045	1.056	1.055	1.055
	9	1.042	1.051	1.051	1.044	1.047
	11	1.057	1.051	1.045	1.046	1.050
	13	1.038	1.060	1.051	1.047	1.049
	Means	1.053	1.050	1.051	1.049	
	30~250g rate		30~250g weight		Specific gravity of tuber	
LSD0.05(1)	6.34		340.11		NS	
LSD0.05(2)	4.80		264.94		NS	
LSD0.05(3)	NS		NS		0.008	
LSD0.05(4)	NS		NS		0.011	

LSD0.05(1): Between seed-piece weight means

LSD0.05(2): Between the number of seed-pieces means

LSD0.05(3): Between the number of seed-pieces means for the same seed-piece weight

LSD0.05(4): Between seed-piece weight means for the same or different the number of seed-pieces



그림 1에서 괴경의 크기별 분포는 절편크기가 작을수록 괴경의 크기는 30g이하에 가깝게 분포되고, 커질수록 250g 이상에 가깝게 분포되었다. 절편수 간에는 절수가 감소할수록 괴경크기는 30g에 가깝게 분포되고, 증가할수록 250g 이상에 가깝게 분포되었다.

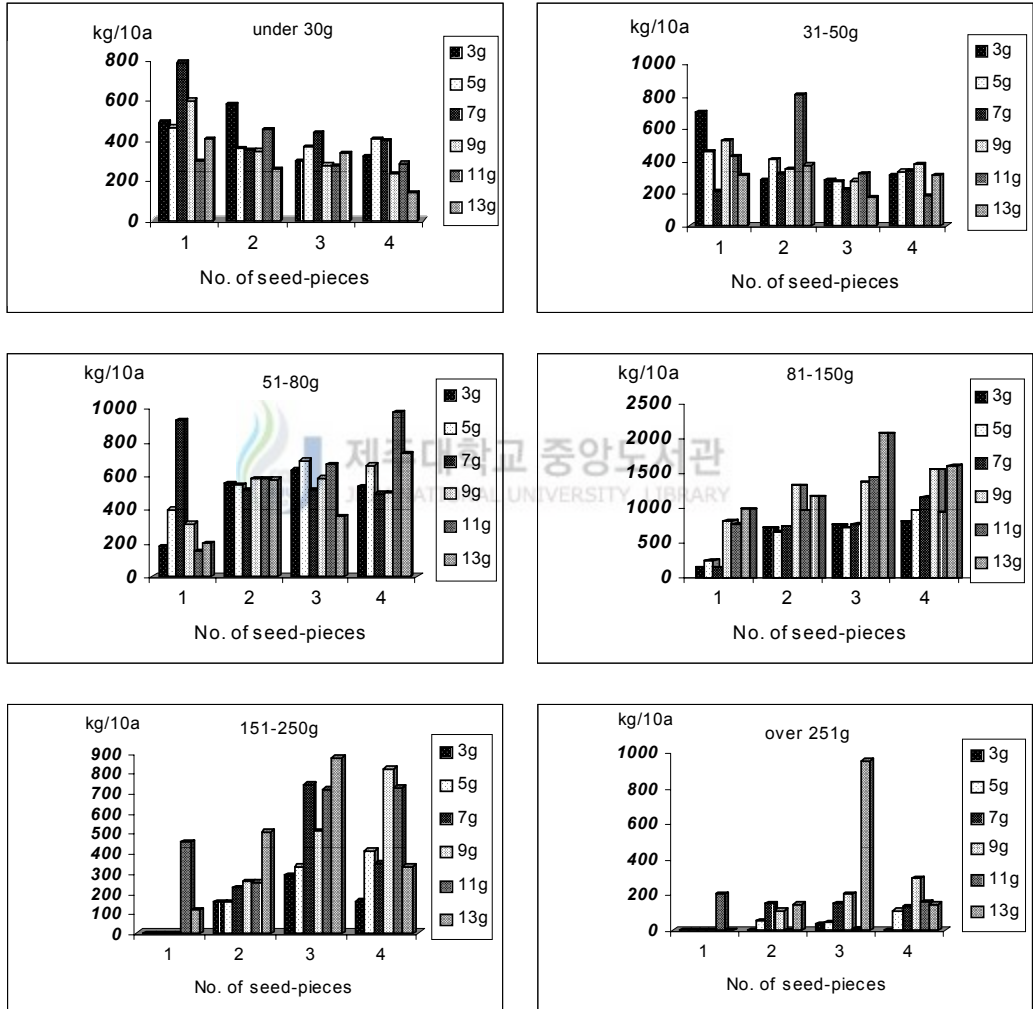


Fig. 1. Effect of the weight and number of seed-piece on tuber weight distribution of seed potatoes in field cropping at 100 days after planting.

#### 4. 회귀

플러그묘의 출현율과 포장에 정식한 후 70일경에 조사한 생육형질의 회귀그래프는 그림 2와 같다.

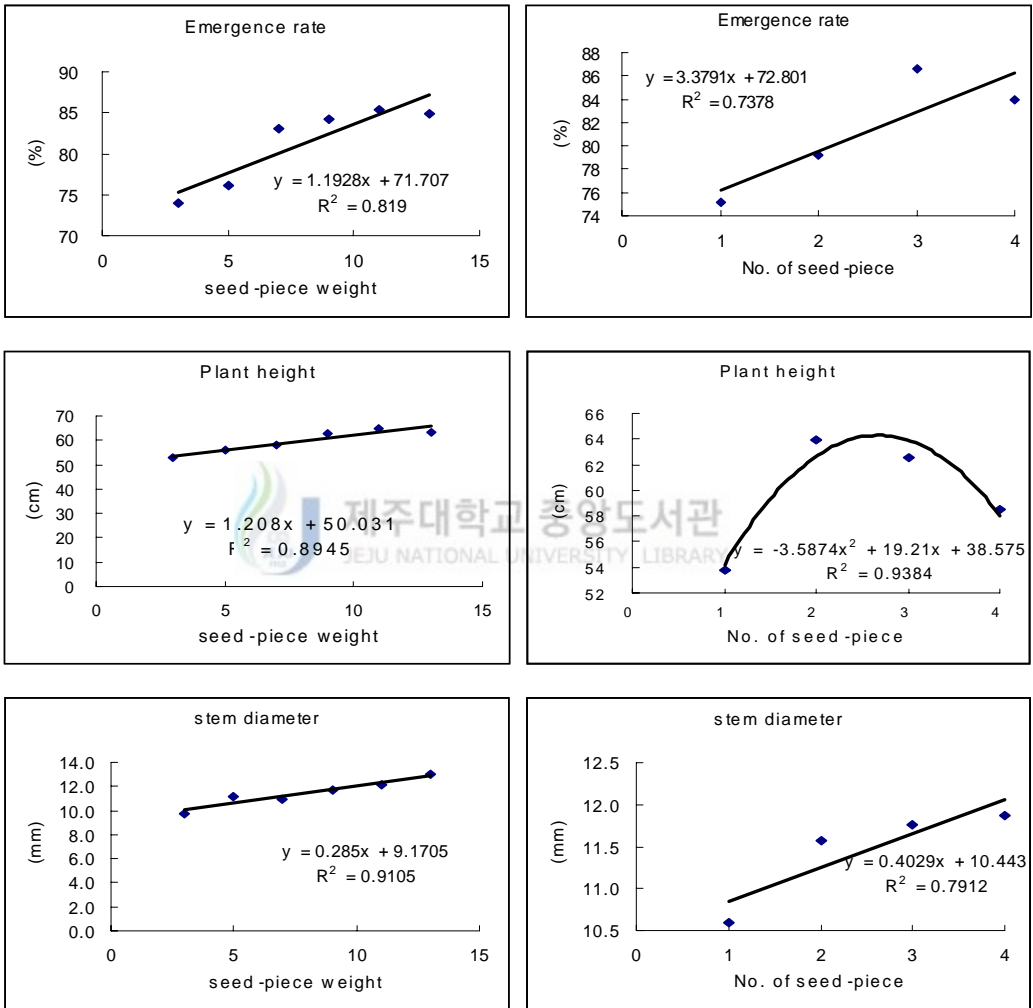


Fig. 2. Regression coefficients of emergence rate in plug seedling and growth characters in field cropping.

플러그 육묘를 통해 포장에 정식하여 100일 후에 수확·조사한 수량형질의 회귀 그래프는 그림 3에서 보는 바와 같다.

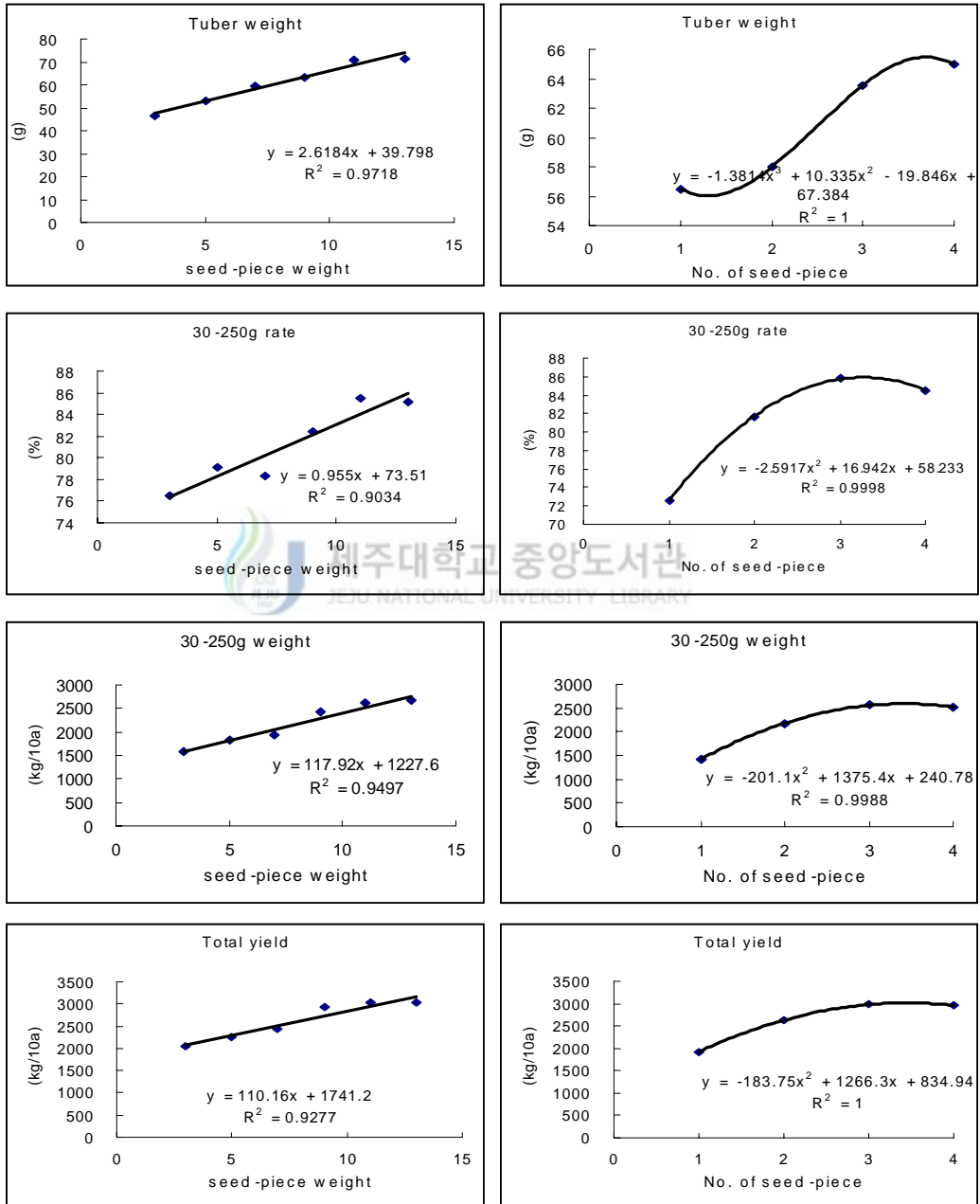


Fig. 3. Regression coefficients of yield characters at 100 days after transplanting plug seedlings.

## V. 적 요

감자 플러그 육묘를 이용한 양액재배 소괴경의 절편크기와 절편수가 생육과 수량에 미치는 영향을 구명하기 위한 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 출현율은 절편크기가 11g에서 85.4%, 절편수가 3절에서 86.6%로 가장 높았다.
2. 10a당총서중은 절편크기가 클수록 증가하여 13g에서 3,041kg으로 가장 높았고, 절편수에서는 2절보다 3, 4절에서 높게 나타났다.
3. 괴경평균중은 절편크기가 클수록 증가하여 13g에서 71.5g으로 높았으며, 절편수에서는 2절보다 3, 4절에서 유의하게 높았다.
4. 중서규격서율은 절편크기 11g에서 85.5%로 가장 높았으며, 절편수 3절에서 85.8%로 가장 높았다.
5. 중서규격서중은 절편크기가 클수록 증가하여 13g에서 2,664kg으로 가장 높았고, 절편수에서는 3절에서 2,579kg으로 높게 나타났다.
6. 대부분의 형질에서 전서보다 절단서에서 높게 나타났는데, 이것은 괴경휴면이 완전히 타파되지 않은 상태에서의 절단에 의한 생리적 서령의 차이로 사료된다.
7. 양액재배산 소괴경의 절단서는 플러그 육묘 후 재배했을 때 초기 생육의 관리가 가능하여 정상적인 포장생육이 가능하였다. 따라서 소괴경의 크기가  $5\pm 2g$ 은 전서로 파종하고, 절편크기가 9g이상인 것은 플러그 육묘를 이용하여 절단서로 파종하며, 절편수는 3절이 유용할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- Bate, G.H. 1935. A study of the factors influencing size of potato tuber. *J. Agr.* 25: 279~313.
- Bodlaender, K. B. A. 1960. The influence of temperature on the development of potatoes. *Inst. Wageningen.* 112: 69~83.
- Borah, M. N., and F. L. Milthorpe. 1959. The growth of the potato plant. *Univ. of Nottingham School of Agr. Rept.:* 41.
- Carlson, W. H., M. P. Kaczperski, and E. M. Rowley. 1992. Bedding plants. p. 511~550. In: R. A. Larson(ed.). *Introduction to floriculture.* 2nd ed., Academic Press, New York.
- 조재영. 1986. 전작. 향문사: 389~448.
- 최정일, 안종길. 1967. 종서절편의 크기가 수량에 미치는 영향. *고령지농업시험장 시험연구보고서:* 155~172.
- 최정일, 김선경. 1968. 종서절단후 각종 환경조건이 종서 부패 및 수량에 미치는 영향. *고령지농업시험장 시험연구보고서:* 167~180.
- Emilsson, B. 1949. Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Acta Agric. Suec* 3: 189~284.
- Epstein E. 1966. Effect of soil temperature at different growth stages on growth and development of potato plants. *Agron. Jour.* 58: 169~171.
- Ewing, E. E., and P. F. Wareing. 1978. Shoot, stolen and tuber formation in potato. *Plant Physiology* 61: 348~353.
- Franklin. J. and T. Hamberg. 1980. Seasonal changes in the different components of the inhibitor  $\beta$  complex in potato tubers. *Physiol. Plant* 50: 227~232.
- G. C. Warren. 1958. Influence of type of set and planting distance on grades and yield of potato for seed. *Amer. pot. J.* V35: 735~738.
- Goodwin, P. B., A. Brown, J. H. Lennard, and F. L. Milthorpe. 1969. Effect of stem density of potato production. *Agric. Sci. Camb.* 73: 167~176.
- Gregory, L. E. 1954. Some factors controlling tuber formation in the potato plant. Ph. D. thesis. Univ. of California, Los Angeles.

- Gregory, L. E. 1956. Some factors for tuberization in the potato plant. Amer. J. Bot. 43: 281~288.
- Hahm, Y. I., Park, C. S., Ahn, J. H. and Choi, K. S. 1993. Studies on the cause of seed-piece decay and the effect of seed-piece treatments on emergence and yield in potatoes "Superior" RDA J. Agri. Sci. 35(1): 530~533.
- Haverkort AJ. 1982. Water management in potato production. Technical information bulletin 15, CIP, pp22.
- Haverkort AJ and P M Harris. 1986. Conversation coefficients between interepected sdar radiation and tuber yield of potato crops under tropical highland conditions. Potato Res. 29: 529~533.
- Headford, D. W. R. 1961. Sprout growth of the potato. PhD Thesis, Nottingham Univ., England.
- Horton. D. 1987. Potatoes : production, marketing and programs for developing countries. pp243. Westview press, USA.
- H. O. Warren. 1954. The effect of size tubers and seed pieces in western Nebraska dryland potato culture. Amer, pot, J. V31: 19~27.
- Hussey, G. and N. J. Stacey. 1984. Factors affecting the formation of in vitro tubers of potato. Ann. of Bot. 53: 565~578.
- Javis, R. H., and G. M. Palmer. 1973. Relationships of seed size, spacing, stem numbers to yield of potato. Expl. Husb. 24: 29~36.
- Joung, H. 1989. Mass production of potato microtuber by tissue culture technique and application. 1989 Agricultural Biotechnology Symposim: 100~124.
- Jeong, B. R. 1998. Technology and environment management for the production of plug transplants of flower crops. Kor. J. Hort. Sci. & Tech. 16: 282~286.
- Kang, J. K. and Kim, S. Y, 1995. Studies on tuber formation and enlargement of potato ( *Solanum tuberosum* L.) in hydroponics. RDA J. Agri. Sci. 37: 187~199.
- Kang, J. K., Yang, S. Y. and Kim, S. Y. 1996. Effect of nitrogen levels on the plant growth, tuberization and quality of potatoes grown in

- aeroponics. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37: 761~766.
- Kim, H. J., Kim, K. S., Kim, W. B. and Choi, K. S. 1993. Studies on small seed potato(*Solanum tuberosum* L.) multiplication by hydroponics and its practical use. RDA J. Agri. Sci. 35(1): 524~529.
- Kim, H. J., Ryu, S. Y., Choi, K. S., Kim, B. H. and Kim, J. K. 1997a. Mass production of seed potato via hydroponic culture. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38: 24~28.
- 김현숙, 이은모, 조만현, 1997c. 양액재배에 의한 우량씨감자 대량증식기술개발. 충남농촌진흥원 시험연구보고서: 474~480.
- Kim, H. Y. and H. Joung. 1994. Influence of the physiological age of microtubers on field growth and tuber yield in potatoes. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34: 330~336.
- Kim, K. T., Kim, S. B., Ko, S. B. and Park, Y. B. 1997b. Effects of minituber picking intervals on the yield and tuber weight of potato grown in aeroponic. RDA J. Hort. Sci. 39(2): 65~69.
- Kim, K. T., Kim, S. B., Ko, S. B., Kim, K. H. and Jeong, S. K. 1998. Field growth and yield characteristics of mini-tubers potato produced by hydroponics. RDA J. Hort. Sci. 40(1): 140~144.
- 김승열, 윤영호, 박천수, 장동철, 1999. 양액재배에 의한 씨감자 생산효율증대시험. 고령지농업시험장 시험연구보고서: 175~185.
- Kim, S. Y., Kim, J. G., Liem, M. S., Cho, H. M. and Che, J. C. 1991. Effect of growing condition on the dry matter content and yield of potato tuber, Res, Rept. RDA(H) 33(2): 54~57.
- 고령지시험장. 1999. 감자총서: 30~33.
- 고령지농업시험장. 1992. 감자 무병종서생산에 관한 연찬회 발표자료. p6.
- Lee, C. U. 1977. Effect of post-harvest temperature on potato piece rot in relation to suberin and periderm development. Korean J. Pl. Prot., Vol. 16, No. 1: 55~63.
- Lee, H. S., Kim, C. B., Kim, C. K., Choi, K. B., and Choi, B. S. 2000. Effect of plug cell and microtuber size on the growth and yield of 'Dejima' potato. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41(2): 166~168.

- Mcavoy, R. J. 1988. Plug production for bedding plants. Connecticut Greenhouse Newsletter 147: 1~3.
- Megee, E., M. C. Jarvis and H, J. Duncan. 1986. The relationship between temperature and sprout growth in stored seed potatoes. Potato Res. 29: 521~524.
- Moorby, J. 1967. Inter-stem and inter-tuber competition in potatoes. Eur. Potato J. 10: 189~205.
- 농촌진흥청. 1998. 감자·고구마(전업농교육교재). p3~73.
- 농촌진흥청. 1993. 감자재배: 80~123.
- Park, Y. M., So, I. S., U, Z. K., Kang, B. K. 1997 Production of plug plantlets for mass propagation using stem cuttings of virus free microtubers in potato. Korean J. Crop Sci. 42(6): 678~686.
- Park, Y. M., Song, C. K. and Kang, B. K. 1999. Development of mass propagation system on the plug plantlets induced by stem cuttings from the virus-free potato small tubers. Ann. Res. Rep. of SHRC 3: 191~208.
- Peppler, K. Z. 1990. Plug vs. Direct-seeding. Greenhouse Manger, Feb. 1990: 47~51.
- Rappaport, L. and N. Wolf. 1969. The problem of dormancy in potato tubers and related structures. Symp. Soc. Exp. Biol. 23: 219~240.
- Rosell, G., F. G. De Bertold, and R. Tizio. 1987. In vitro mass tuberization as a contribution to potato micropropagation. Potato Res. 30: 111~116.
- 신관용, 정찬균, 김성일, 김영철. 1978. 종서크기, 재식밀도, 경엽제거 시기가 종서 수량에 미치는 영향. 고령지농업시험장 시험연구보고서: 293~310.
- 손동모, 양승구, 양승렬, 김승열, 1997. 감자 양액재배에 의한 남부지역 채종체계 확립시험. 전라남도농촌진흥원 시험연구보고서: 480~488.
- Tagawa. T. and Y. Okazawa. 1955. Physiological studies on potato plants. Part 18. On the influence of nature and age of seed tubers on some physiological behavior at the time of sprouting of the tubers. Crop Sci. Soc. Jpn. 23: 249~250.
- Wang, P. J. and C. Y. Hu. 1982. In vitro mass tuberization and virusfree seed potato production in Taiwan. Amer, Potato J. 59: 33~37.



- Wattimena, G., B. McCown and G. Weis. 1983. Comparative field performance of potatoes from microculture. Amer. Potato J. 60: 27~33.
- Wheeler R M and T W Tibbitts. 1986. Utilization of potatoes for life support systems in space. I. Cultivar-photoperiod interactions. Am. Potato J. 63: 315~323.
- Wheeler, R. M. and T. W. Tibbitts. 1986. Utilization of potatoes for life support systems in space, I. Cultivar-photoperiod interaction. Amer. potato J. 63: 315~323.
- Wheeler, R. M., K. L. Steffen, T. W. Tibbitts and J. P. Palta. 1986. Utilization of potatoes for life support systems. II. The effects of temperature under 24-h and 12-h photoperiods. Amer. potato J. 63: 639~647.
- Wheeler, R. M. and T. W. Tibbitts. 1987. Utilization of potatoes for life support systems. III. Productivity at successive harvest dates under 24-h and 12-h photoperiods. Amer, potato J. 64: 311~320.
- Wheeler, R. M., C. L. Mackowiak, J. C. Sager, W. M. Knott and C. R. Hinkle. 1990. Potato growth and yield using nutrient film technique(NFT). Amer. potato J. 67: 177~187.
- Wurr, D. C. 1972. Control of tuber size in the seed crop. EAPR. 5th triennial conference book.
- Yiem, M. S., Park, J. K., Kim, J. K., Kim, S. Y., Cho, H. M. and Hahn, B. H. 1990. Studies on seed potato(*Solanum tuberosum* L.) multiplication by microtuberization and its practical use. 1. The influences of several factors on in vitro tuberization of shoot nodes in potato, cv. 'Dejima' . Res. Rept. RDA(H) 32(3): 46~53.
- 윤영호, 조지홍, 황석중, 1997. 양액재배산 씨감자 실용화 연구. 고령지농업시험장 시험연구보고서: 161~167.
- 장동철, 김승열, 조지홍, 김현준, 박천수, 정진철, 신관용, 김인수, 1997. 소피경 생산을 위한 양액재배기술 개발 연구. 고령지농업시험장 시험연구보고서: 143~148.

## 감사의 글

본 연구를 수행함에 있어서 여러 가지로 부족한 저에게 항상 아낌없는 격려와 보살핌으로 이 논문이 완성될 수 있도록 이끌어 주신 송창길 교수님께 깊은 감사드립니다.

바쁘신 중에도 논문심사에 깊은 관심과 많은 조언을 아끼지 않으신 박양문 교수님, 조남기 교수님께 머리 숙여 감사드리고 항상 믿음과 깊은 관심을 가지고 지도 조언을 해주신 권오균 교수님, 오현도 교수님, 김한림 교수님, 강영길 교수님, 고영우 교수님, 전용철 교수님께 감사드립니다.

본 연구를 무사히 마칠 수 있도록 도와주신 강봉균 선생님, 신양문 선생님, 고동환, 고지병 조교선생님, 미라누나와 고영순, 좌영립 그리고 대학원 선·후배님들에게도 감사의 마음을 전합니다.

항상 저와 함께 기쁨과 슬픔을 같이 하며 고민을 했던 찬우형과 정식에게 정말 고마움을 느끼고, 무료함을 달래주었던 JPC회원들, 한마음 동창회, 재영, 혜연, 경보, 지호, 형곤, 성환, 승훈에게도 고마움을 전합니다.

마지막으로 오늘이 있기까지 늘 기원과 염려로 저를 키워주신 존경하는 부모님과 사랑하는 동생에게 깊은 감사드리며 이 논문을 바칩니다.