

석사학위논문

감자 분무경 양액재배시 베드내 녹화처리와  
육묘방법이 생육 및 수량에 미치는 영향



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

제주대학교 대학원

농 학 과

이 한 권

2005년 12월


# 감자 분무경 양액재배시 베드내 녹화처리와 육묘방법이 생육 및 수량에 미치는 영향

지도교수 강영길

이 한 권

이 논문을 농학석사학위 논문으로 제출함

2005년 12월

 제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY  
이한권의 농학석사학위 논문을 인준함

심사위원장 \_\_\_\_\_  
위 원 \_\_\_\_\_  
위 원 \_\_\_\_\_

제주대학교 대학원

2005년 12월

Effects of Greening in Bed and Transplant Raising  
Method on Growth and Yield of Potatoes in  
Aeroponics System

Han-Gweon Lee

(Supervised by Professor Young-Kil Kang)

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

DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2005. 12.

# 목 차

SUMMARY	1
I. 서론	4
II. 연구사	5
III. 재료 및 방법	8
시험 1. 감자 분무경 양액재배시 베드내 녹화처리가 괴경 수량 및 부패율에 미치는 영향	8
시험 2. 육묘방법이 분무경 양액재배 감자의 생육 및 수량에 미치는 영향	10
IV. 결과 및 고찰	12
시험 1. 감자 분무경 양액재배시 베드내 녹화처리가 괴경 수량 및 부패율에 미치는 영향	12
시험 2. 육묘방법이 분무경 양액재배 감자의 생육 및 수량에 미치는 영향	17
V. 요약	23
시험 1. 감자 분무경 양액재배시 베드내 녹화처리가 괴경 수량 및 부패율에 미치는 영향	23
시험 2. 육묘방법이 분무경 양액재배 감자의 생육 및 수량에 미치는 영향	24
참 고 문 헌	25

# Effects of Greening in Bed and Transplant Raising Method on Growth and Yield of Potatoes in Aeroponics System

Han-Gweon Lee

Department of Agriculture, Graduate School, Cheju National University

## Summary

This study was carried out to establish the optimum greening method in beds, and transplant raising method for potato (*Solanum tuberosum* L.) production in aeroponics system. The results obtained are summarized as follows;

## Effects of Greening in Bed of Aeroponics System on Yield and Rotten Rate of Potato Tubers

This study was carried out to establish the optimum greening method in beds of a aeroponics system for seed potato (*Solanum tuberosum* L.) production in order to decrease rotten tubers in beds and after the storage. When nutrient solution was supplied during greening period, tuber yield was not decreased by greening of five days in the beds before the second harvest, but significantly decreased by the greening of more than ten days regardless of growing season. When nutrient solution was not supplied for

the greening period, tuber yield was decreased by greening of more than five days in the beds. Tuber rotten rate at the second harvest was 4.3% in spring culture and 3.2% in autumn culture in the non-greening control plots, but decreased to less than 2.0% by the greening regardless of nutrient solution supply and growing season. Tuber rotten rate after six weeks of storage was 2.0% in spring culture and 2.7% in autumn culture in the non-greening control, but reduced to less than 0.8% in greening treatments. These data indicate that greening for five days in the beds with nutrient solution supply in the beds can reduce tuber rotten rate without reducing tuber yield.

## Effects of Transplant Raising Method on Growth and Tuber Yield of Potatoes Grown in Aeroponics System



This study was carried out to find out the best methods of raising transplants to evaluate the possibility of reducing incidence of basal stem rot caused by *Pythium myriotylum* and of easiness for seed tuber production of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) grown in aeroponics system. Incidence of basal stem rot, growth and yield of transplants raised from stem cutting, non-rooted cutting, non-rooted cutting with a wick, deep flow rooted cutting, and rooted mini tuber were evaluated in a spring season of 2002. Potato basal stem rot incidence was 11% in transplants raised from stem cutting but the stem rot did not occur in the other transplants. Stem length averaged about 60.0 cm except for transplants raised from stem cutting with 48.3 cm. Transplants raised from deep flow rooted cutting had the heaviest root dry weight (33.2 g/plant) followed by those from rooted

mini tuber. The number of first stolons per plant was greatest (twelve stolons) for transplants raised from deep flow stem cutting and rooted mini tuber. Transplants raised from deep flow stem cutting had 773 total tubers and 491 tubers over 5 g per m<sup>2</sup>, respectively, which is the greatest among the treatments. Transplants raised from rooted mini tuber ranked second for the number of total tubers and tubers over 5 g. Transplants raised from stem cutting produced fewest tubers over 5 g (255 tubers per m<sup>2</sup>) but the highest number of tubers weighing 5 g or less (365 tubers per m<sup>2</sup>). These results indicate that raising transplants from deep flow stem cutting could be best considering basal stem rot incidence and tuber yield of potatoes grown in aeroponics system.



## I. 서 론

전국적으로 정부 감자 보급종 보급률은 22~27%로 4년에 한번 갱신할 수 있는 수준이어서 농가의 수요량에는 크게 부족한 실정이다(Yang, 2001). 특히 제주도에는 정부 감자 보급종 공급이 1998년부터 중단되어 자체적으로 씨감자를 생산하고 있다(Kim, 2003).

씨감자 공급 부족은 비규격 씨감자가 정부 보급종보다 높은 가격에 거래되거나 일본으로부터 수입된 씨감자가 비싼 가격으로 판매되고 바이러스 감염문제로 재배농가에 큰 부담으로 작용하고 있다. 따라서 감자의 수량과 품질을 높이고 안정생산과 경쟁력을 높이기 위해서는 우량씨감자의 공급이 지속적으로 이루어져야 한다.

제주도농업기술원에서는 조직배양을 통해 만들어진 묘를 바이러스 검정과정을 걸쳐 무병묘를 만들고, 이러한 묘를 이용하여 분무경 양액재배방법으로 기내소괴경보다 큰 우량씨감자(기본종)를 생산해서 증식단계를 걸쳐 농가에 공급하고 있다.

분무경 양액재배에서 1차와 2차 수확된 씨감자는 창고 내 형광등 밑에서 10~14일 녹화시킨 후 저장하였으나 이 방법은 녹화기간이 소요될 뿐만 아니라 공간이 필요하고 녹화 중 씨감자가 썩게 되며, 관리노력이 소요된다(강, 2001).

양액재배에 이용되는 조직배양묘는 대량확보가 곤란하고 생산비가 많이 소요되었으나 줄기쭈뼀이(경삼)를 이용한 묘 생산기술이 개발됨에 따라 대량으로 묘가 만들어졌다. 그러나 경삼묘는 줄기부썩음병 발생이 많고(Hong, 2004) 묘 노화현상과 사용배지 처리 문제 등이 발생되었다.

따라서 씨감자 분무경 양액재배에서 1차 수확 후 베드 내 녹화처리에 따른 괴경 수량 및 부패율 등을 조사하여 알맞은 녹화방법을 찾고 경삼묘에서 발생하는 문제점을 해결하면서 괴경수량을 높일 수 있는 간소하고 급속증식이 가능한 묘를 찾고자 본 연구를 수행하게 되었다.



## II. 연구사

우리나라의 우량씨감자 공급체계는 기본종, 기본식물, 원원종, 원종, 보급종 등 5단계의 증식체계를 거쳐 무병씨감자를 농가에 보급하고 있으나 보급률은 25%정도 밖에 안 되는 실정이다(Kim, 1997; Kim, 2003). 1980년 이전에는 중앙정부에서 2~3년에 한번씩 감자재배 선진국에서 상위 씨감자를 소량씩 도입 증식한 후 농가에 보급하였으며, 1980년 후반부터는 인공씨감자(기내소괴경) 생산기술이 개발되어 사용하여 오고 있으나(Kim, 1997) 생산단가가 비싸고 씨감자 크기(0.5g~1g)가 작아 발아가 불균일하고 초기생육도 늦어 비배관리가 어려울 뿐만 아니라 수량이 적은 단점이 있었다(Choi, 1994; Kim, 1993; Nowak 과 Asiedu, 1992). 이러한 문제점을 보완하기 위하여 감자 양액재배 기술이 도입되어 우량씨감자 대량생산에 새로운 기틀을 정착시켰다(Kang과 Kim, 1995; Kim, 1997).

감자 기본종 생산은 분무경 양액재배 기술을 이용하고 있으나 피목 비대로 인하여 저장중 부패의 우려가 있어 녹화처리가 필요한 실정이다. 또한 감자는 수확하는 도중이나 수확 후 여러 처리과정중에 기계적인 상처를 입게 된다. 기계적인 상처는 조직으로부터 증산작용을 촉진하여 수분손실이 원인이 되며 호흡량을 증가시키고 상처조직을 통한 세균의 감염을 용이하게 하여 부패의 원인이 되기도 한다(강, 2001).

양액재배산 씨감자는 다습조건상태의 재배조에서 생산됨으로 괴경의 표피가 연하고 쉽게 벗겨지므로 수확 후 표피를 경화시키고 상처를 치유하기 위해 온도 17~18℃, 습도 80~85% 산광하에서 일정기간(봄재배에서는 14일, 가을재배에서는 21일정도) 큐어링과 녹화를 시키는 것이 병원균 침입을 막고 저장 중 부패를 방지하여 건전한 싹틔우기에 효과적이라는 보고가 있다(Yoon과 Chang, 2003). Park 등(1991)도 인공씨감자 녹화가 외피를 견고하게 해줄 뿐만 아니라 solanin의 함량을 높여주어 수분증발이나 병원균의 침투를 막아줌으로

씨 부패에 대한 저항성도 높여주고 씨감자 활성을 오래 유지시켜 발아율도 향상시킨다고 하였다. 수확 후 태양광 혹은 인조광선에 노출된 괴경은 표면에 엽록소가 형성되어 녹화되며 solanin과 같은 glycoalkaloid 성분이 축적되는데 (Salunkhe 등, 1972, Kim 등, 2005), Kim 등(1995)은 이러한 성분은 기내소괴경의 저장시에는 활력을 장기간 유지하는데 뚜렷한 효과를 나타내어 기내소괴경을 수확하여 최소한 5일 이상은 반드시 녹화기간을 걸쳐야 한다고 하였다.

조직의 피목현상은 겉보기에는 작은 반점으로 표면보다 다소 융기하고 구조적으로는 둥글고 큰 세포로 이루어지며 세포 간극이 많은 조직으로 이 세포를 전충세포(填充細胞)로 최초로 생긴 피목은 기공 바로 아래로부터 발생하는 것이 보통이며 발달함에 따라 융기하여 표피를 파괴한다(박, 2000).

임 등(1993)에 의하면 암상태에서 형성된 기내소괴경은 백색이므로 괴경 유품 후 삼각플라스크를 7~10일간 18~23℃, 2,000Lux하에서 녹화처리한 후 무균상태로 수확하여 저장을 해야 한다고 하였다.

조직의 녹화(綠化, greening)는 암소에서 자라난 새싹 등 엽록소가 없는 조직 또는 개체가 엽록소를 생성하여 녹색으로 변하는 것을 말한다. 대부분의 고등식물은 클로로필의 전구물질인 프로토클로로필을 암소에서 축적한다. 프로토클로로필은 햇빛이 있으면 재빨리 클로로필로 전환한다(강, 2001, 김, 2005).

표피가 녹색으로 되어 있는 곳에는 Solanin의 potato gluco alkaloid(PGA)가 분포되어 있는데(Friedman 등, 1997) 표피의 녹화와 PGA의 함유는 반드시 평행하는 것은 아니며 갓 캐낸 미숙감자의 녹화가 빠르고 수확 후 일수가 경과됨에 따라 최외층의 주피가 두꺼워짐으로 녹화하기 어려워진다. 보통 야외에서는 3~7일에 녹화되어진다. 200Lux 되는 곳에 4~5일 두면 녹화되는데 녹화시는 200lux 이상에서 실시해야 한다(Friedman 등, 1997, 윤, 1997).

양액재배에 이용되는 조직배양묘는 대량확보가 곤란하고 생산비가 많이 소요되었으나 줄기껍질이(경삽)를 이용한 묘 생산기술이 개발됨에 따라 쉽고 단시간내에 많은 묘를 만들어낼 수 있었다. 그러나 경삽묘는 줄기부부속염병 발

생이 많고(Hong 등, 2004) 묘 노화현상과 사용배지 처리 문제 등이 발생되었다.



### Ⅲ. 재료 및 방법

#### 시험 1. 감자 분무경 양액재배시 베드내 녹화처리가 괴경 수량 및 부패율에 미치는 영향

이 시험은 2001년 제주도농업기술원 감자기술센터 비닐하우스에 설치된 양액재배 시스템에서 53×180×23cm(너비×길이×높이) 크기의 styrofoam 성형베드를 이용하여 수행되었다. 시험에 쓰인 품종은 대지였고 줄기껍질이 18일묘를 이용하여 봄(3월 3일)과 가을(9월 3일) 두 번 정식하였다. 양액재배 시스템은 분무경이었고 베드 바닥에 5cm 높이로 관을 고정하여 양액이 충분히 공급되도록 45cm 간격으로 미스트를 설치하였다. 재식거리는 30×20cm로 하였고 양액의 원액은 Table 1과 같이 조제하였고 이 원액을 500배로 희석하여 생육단계별로 pH와 EC를 다르게 양액을 조정하여 공급하였다. 묘는 직경 2cm 크기의 구멍에 우레탄 스폰지로 고정되었고 생육이 진전되면서 끈과 핀을 이용하여 줄기가 넘어지지 않게 지지하였다.

정식 후 70일에 기본식물 생산에 쓰이는 5g 이상의 괴경을 1차 수확하였다. 녹화처리는 1차 수확 후 양액을 공급하면서 각각 0일(관행), 5일, 10일, 15일간 녹화시키는 방법과 양액을 공급하지 않으면서 각각 5일, 10일, 15일간 녹화시키는 방법 등 7처리 하였고, styrofoam(3×10×15cm)을 이용하여 베드를 15cm 높혀 자연광하에서 녹화시켰다. 시험단위는 성형베드 12개가 연결된 베드(20m) 한 개로 하였고, 시험구는 완전임의배치법 3반복으로 배치하였다. 1차 수확 후 15일에 2차(최종) 수확하였고, 괴경을 5g 미만과 5g 이상으로 나누어 괴경수, 괴경중, 부패된 괴경수 등을 조사하였고, 2차 수확된 괴경은 플라스틱 상자에 넣어 저온저장고(온도 4℃, 습도 80%)에서 6주 동안 저장한 후에 부패된 괴경수를 조사하였다.

Table 1. Preparation of stock solution used to grow potatoes in the experiment.

Constituent	Concentration (mg/ℓ)	Constituent	Concentration (mg/ℓ)
KNO <sub>3</sub>	405	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1.4
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	475	ZnSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O	0.1
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	77.5	MnSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O	1.0
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	250	CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	0.04
Fe-EDTA	11	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mn <sub>7</sub> O <sub>24</sub> · 4H <sub>2</sub> O	0.01

녹화기간 동안의 순별 평균기온과 일조량은 시험지에서 3km 떨어진 고산기상대에서 측정된 자료를 정리하여 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Mean air temperature and solar radiation during the greening period in 2001.

Meteorological factor		Mean air temperature (°C)	Solar radiation (MJ/m <sup>2</sup> )
Spring cultivation	Mid May	18.1	240.4
	Late May	18.3	188.0
Autumn cultivation	Mid May	11.9	108.8
	Late May	12.3	102.9

<sup>z</sup>Air temperature and solar radiation were measured at a Gosan Meteorological Station 3 km away from the experimental site.

## 시험 2. 육묘방법이 분무경 양액재배 감자의 생육 및 수량에 미치는 영향

본 시험은 제주도농업기술원 농산물원종장(북제주군 봉성리, 해발 300m) 감자 양액재배하우스에서 2002년 대지품종을 이용하여 봄재배로 수행되었다. 묘는 생장점 배양을 통해 만들어진 조직배양묘를 3회 액체증식배양한 후 펠라이트배지에서 순화처리 1회를 거쳐 줄기꺾꽂이묘를 만들었다.

처리내용은 기존에 많이 이용되고 있는 방법으로 배양순화묘 줄기를 5~7cm 자르고 상위 2엽만 남겨 잎을 다듬어 펠라이트에 심고 18일 후에 식물체를 뽑아 묘로 이용되는 줄기꺾꽂이묘(경삽묘), 순화된 배양묘에서 2회 증식한 줄기를 배양실 담액경 시설에서 15일 키워 12cm 자라게 한 후 상위 2엽만을 남기고 10cm정도의 묘를 절단하여 뿌리가 내리지 않은 상태에서 바로 양액시스템에 정식하는 무발근묘, 무발근묘를 폴리에스테르 재질의 천(두께 1.3mm, 폭 1.5cm, 길이 40cm)을 이용하여 심는 심지 무발근묘, 경삽묘를 절단하여 담액시설에서 15일간 10cm 자란 경삽담액묘, 기본종 소서를 펠라이트와 피트모스배지에서 싹을 띄우고 20일 정도 키운 발근소서묘로 하였다.

시험에 이용된 양액재배시스템은 분무경으로 53×180×23cm(가로×세로×높이) 크기의 성형베드(Styrofoam)를 20m 연결하여 45cm 간격으로 미스트를 설치하였고 재식거리는 30×20cm이며 양액은 제주도농업기술원에서 개발한 자체조성액(Table 1)을 조제하여 생육단계별로 차이를 두어 관리하였다

시험구 배치는 1베드를 1처리구로 3반복하였으며 지상부 생육조사는 정식후 60일째, 수확은 정식 후 70일에 하여 수량특성 등을 조사하였다.



In vitro acclimatization of plantlets



Plantlets for cutting



Sapling of stem cutting



Non-rooted stem cutting  
rooted stem cutting



Deep flow stem cutting



Rooted minituber

Fig. 1. Photos of methods of raising transplants used for seed potato production.

## IV. 결 과 및 고 찰

### 시험 1. 감자 분무경 양액재배시 베드내 녹화처리가 괴경 수량 및 부패율에 미치는 영향

봄 분무경 양액재배에서 1차 수확 후 베드내에서 녹화처리하여 2차 수확시에 수량을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 5g 이상 괴경수량과 총수량은 관행구(양액을 공급해 주면서 녹화하지 않은 처리구)에서 각각 155, 294개/m<sup>2</sup>이었는데, 양액을 공급해 주면서 수확 전 5일간 녹화구(양액공급 5일녹화구)에서 각각 165, 316개/m<sup>2</sup>로 관행구와 유의한 차이가 없었으나, 녹화기간이 10일 이상으로 길어질 경우에는 감소되었다. 양액을 공급해 주지 않을 경우 수확 전 5일간 녹화처리구(양액무공급 5일녹화구)에서도 5g 이상과 총수량 모두 관행구

Table 3. Tuber yield of potatoes grown in spring aeroponics system at second harvest (15 days after first harvest) as affected by nutrient solution supply and greening period.

Greening treatment		Tuber yield (tubers/m <sup>2</sup> )			Tuber weight(g/m <sup>2</sup> )		
Nutrient solution	Greening period (days)	< 5 g	≥ 5 g	Total	< 5 g	≥ 5 g	Total
		Supply	0 (control)	139	155 a <sup>y</sup>	294 a	238
	5	151	165 a	316 a	264	2,093	2,357
	10	148	105 b	253 b	218	965	1,183
	15	125	98 b	223 c	184	913	1,097
Non-supply	5	146	104 b	250 b	170	821	991
	10	129	80 c	209 c	188	538	726
	15	76	67 d	143 d	112	434	546

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, at P=0.05.

※ The number of tubers weight more than 5 g at first harvest (at 70days after transplanting) was 176/m<sup>2</sup> and tuber weight per m<sup>2</sup> was 3,506 g.



에 비하여 현저하게 감소되었다. 5g 미만 괴경수량은 양액을 공급해 줄 경우 관행구에 비하여 15일 이상 녹화구에서만 감소되었으나, 양액을 공급해 주지 않을 경우에는 녹화기간이 10일 이상으로 길어질 때 감소되었다.

가을재배에서 2차 수확시 수량은 Table 4와 같다. 5g 미만, 5g 이상, 총괴경수는 봄재배에서와 같이 가을재배에서도 양액공급 5일 녹화구와 관행구 사이에는 같았으나 괴경중은 다소 감소되는 경향이었고, 녹화기간이 10일 이상으로 길어질 경우에는 괴경수와 괴경중이 현저히 감소되었다. 양액무공급 5일 녹화구에서도 괴경수 및 괴경중 모두 관행구에 비하여 크게 감소되었다. 또한 녹화기간이 10일 이상으로 길어질 경우 매우 크게 감소되었다.

상관베드를 열어 양액을 공급할 경우라도 10일 이상 녹화시킬 때에는 식물체가 양분 흡수에 대한 수분 스트레스와 괴경 유기단계에서 지하부 명조조건이 길어져 괴경수와 괴경중이 감소되는 것으로 생각된다. 또한 양액을 공급할 경우 녹화기간이 길어질수록 양액 소모량도 많을 뿐 아니라 통로가 젖게 되어 습도 및 병해 관리가 어려울 것으로 생각된다. 양액을 공급하지 않고 녹화시킬 때에는 식물체가 건조되어 일찍 고사되므로 녹화기간이 길어질수록 괴경수와 괴경중이 모두 현저히 감소되었던 것으로 판단된다.

소괴경 생산시 괴경 유기단계에서는 Pilar 등(1985)과 Ann 등(2002)은 암조조건이 효과적이나 Ann 등(2002)은 300Lux 광조건과는 괴경수와 무게에 차이가 없었다고 하였고, Wang과 Hu(1982)는 8시간 단일과 100Lux의 광조건으로 배양하는 것이 괴경형성에 효과적이라고 하였다.

관행구에 있어서 봄과 가을 재배를 비교하면 총괴경수에서는 차이가 거의 없으나 괴경중 및 5g 이상 괴경중이 가을재배에 비하여 봄재배에서 무거웠던 것은 1차 수확 후 가을에 비하여 봄철 기온이 높고 일조량이 많아 비대가 빨랐던데 기인된 것으로 생각된다(Table 2). Okazawa와 Chapman(1962)은 일장 조건에 따라 식물체상의 내생호르몬 함량 차이에 의해 괴경 유기에 영향을 준다고 하였다. 따라서 가을재배는 1차 수확 후 15일보다 늦게 수확해야 될 것으로

로 생각되어 이에 대한 검토가 필요할 것 같다.

Table 4. Tuber yield of potatoes grown in autumn aeroponics system at second harvest (15 days after first harvest) as affected by nutrient solution supply and greening period.

Greening treatment		Tuber yield (tubers/m <sup>2</sup> )			Tuber weight(g/m <sup>2</sup> )		
Nutrient solution	Greening period (day)	< 5 g	≥ 5 g	Total	< 5 g	≥ 5 g	Total
		Supply	0(control)	175	134 a <sup>y</sup>	309 a	172
	5	175	134 a	309 a	135	1,102	1,237
	10	168	98 b	266 b	143	952	1,095
	15	159	94 b	253 c	124	841	965
Non supply	5	78	51 c	129 d	75	298	373
	10	64	42 d	106 d	70	239	309
	15	45	31 e	76 e	60	170	230

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, at P=0.05.

※ The number of tubers weighing more than 5 g at first harvest (at 70days after transplanting) was 138/m<sup>2</sup> and tuber weight per m<sup>2</sup> was 2,182 g.

2차 수확 시와 6주 저장 후 괴경 부패율은 Table 5와 같다. 봄 재배의 수확 시 괴경 부패율은 관행구에서 4.3%이었으나 양액공급에 관계없이 녹화구에서는 2.0% 이내로 감소되었다. 6주 저장 후 괴경 부패율은 관행구에서 2%정도 였으나 양액공급에 관계없이 녹화구에서 0.8% 이하로 줄어들었다.

가을재배의 수확시 괴경 부패율도 관행구에서 3.2%이었으나 녹화구에서는 양액공급에 관계없이 1.1% 이하로 줄어들었다. 6주 저장 후 괴경 부패율도 관행구에서 2.7%이었으나 녹화구에서는 양액공급에 관계없이 0.7% 미만으로 줄어들었다.

Table 5. Rotten rates of tubers in bed at second harvest and after the storage of six weeks in spring and autumn aeroponics systems of potatoes.

Greening treatment		Rotten rate at harvest (%)		Rotten rate after storage (%)	
Nutrient solution	Greening period (day)	Spring	Autumn	Spring	Autumn
Supply	0 (control)	4.3 a <sup>z</sup>	3.2 a	1.97 a	2.67 a
	5	1.4 b	1.1 b	0.81 b	0.65 b
	10	1.0 b	0.8 b	0.81 b	0.65 b
	15	0.7 b	0.8 b	0.46 b	0.39 b
Non supply	5	1.9 b	1.0 b	0.62 b	0.41 b
	10	1.0 b	0.4 b	0.49 b	0.0 b
	15	0.0 bc	0.0 b	0.0 b	0.0 b

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

2차 수확시 괴경 부패율이 봄재배에서 가을재배보다 높았던 것은 1차 수확 후 2차 수확시까지 베드내에 있는 동안 고온으로 인해 수확 시에 생긴 상처로 균 침입이 쉬웠던 데에 기인된 것으로 보인다(Table 2).

Park 등(1992)에 의하면 인공씨감자를 녹화시키면 엽록소 함량과 경도가 높아지고 저장중 부패에 대한 저항성이 높아져 저장력이 향상될 뿐만 아니라 수분손실을 막아주고 발아율도 월등히 증가된다고 하였고 Kim 등(1995)은 기내 소괴경의 광도 2,000Lux, 일장 16시간, 온도 25℃ 조건에서 5일 이상 녹화처리 함으로써 저장력이 증대된다고 하였다.

이상의 결과로 볼 때 분무경 양액재배에서 1차 수확 후 2차 수확을 하고자 할 때에는 양액을 공급하면서 5일 정도 베드내에서 녹화시키는 것이 씨감자 수량 감소없이 부패율을 줄일 수 있어 상위 씨감자 생산에 바람직할 것으로 보인다. 그러나 가을 재배에 있어서 1차 수확 후 15일에 2차 수확하는 것은 5g 이상 괴경비율이 봄 재배 5일 녹화(52%)에 비하여 가을 재배(43%)에서 떨어

짐으로 다소 늦게 2차 수확하는 것이 좋을 것으로 생각되나 이에 대한 검토가 필요하다.



Fig. 2. Photos of potato tubers supplied with light and no light in a bed at the second harvest.

## 시험 2. 육묘방법이 분무경 양액재배 감자의 생육 및 수량에 미치는 영향

분무경 양액재배시 줄기기부썩음병 발생율과 지상부 생육특성 등을 조사한 결과는 Table 6에서 보는 바와 같다.

정식 20일후 줄기기부썩음병은 경삼묘정식구에서 11% 이병되었으나 무발근묘, 경삼담액묘, 소서묘정식구에서는 전혀 이병되지 않았다. 경삼묘정식구에서 줄기기부썩음병이 많이 발생하는 것은 감자 배양순화묘와 줄기 꺾꽂이묘를 관리하는 환경과 수분관리시 외부 요인 등으로 인해 정식전에 이미 병원균이 잠복하였다가 하우스 정식과 더불어 만연하는 것으로 추정된다.

Table 6. Basal stem rot rate at 20 days after transplanting, and stem and leaf traits of potatoes grown in aeroponics systems at 60 days after transplanting as affected by transplant raising method.

Transplant raising method <sup>z</sup>	Basal stem rot rate (%)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of stems /plant	No. of leaves /plant
Stem cutting	11	48.3 a <sup>(y)</sup>	6.44 b	2.5 a	19.7 a
Non-rooted stem	0	60.3 b	6.14 b	1.3 b	19.7 a
Non-rooted stem + wick	0	58.3 b	6.11 b	1.8 ab	19.8 a
Deep flow stem cutting	0	61.0 b	7.24 a	1.5 b	18.3 a
Rooted minituber	0	60.7 b	6.67 ab	1.8 ab	18.6 a

<sup>z</sup> Stem cutting, 5 to 7 cm long stems from tissue cultured potatoes were placed in perlite medium and rooted stem cuttings were transplanted at 18 days after cutting; non-rooted stem, 10 cm stems taken from plants grown in deep flow hydroponics were used for transplanting; non-rooted stem + wick, above 10 cm stems was transplanted with a wick; deep flow stem cutting; the stems taken from stem cutting were grown in deep flow hydroponics for days were transplanted; rooted minituber, stems from minituber which were planted

in a perlite and peatmoss mix were transplanted at 20 days after planting minituber.

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

무발근묘와 경삼담액묘정식구에서 줄기부썩음병이 발병되지 않은 것은 경삼시 뿌리 기부 2cm 부분에서 절단하여 정식하였기 때문에 병원균 잠복이 적거나 없었던 것에 기인되었던 것으로 사료된다.

정식 후 60일에 조사된 경장은 48.3cm인 경삼묘정식구를 제외한 다른 처리구에서는 60cm 내외로 비슷하였다. 줄기 굵기도 경삼담액묘정식구에서 7.24mm로 가장 굵었으며 소서묘정식구에서 6.67mm로 다음으로 굵었고, 경삼묘, 무발근묘와 심지 무발근묘정식구에서 각각 6.44, 6.14, 6.11mm로 가는 편이었다. 분지수는 경삼묘정식구에서 2.5개로 가장 많았고 무발근묘와 경삼담액묘정식구에서 각각 1.3, 1.5개로 적었으며 주당 엽수는 19매 정도로 묘종류 간에 유의한 차이가 없었다.



Table 7. Root dry weight, and the number of stolons and mini tubers per plant in potatoes grown in aeroponics systems at 70 days after transplanting as affected by transplant raising method.

Transplant raising method	Root dry weight /plant (g)	Length of longest stolons (cm)	No. of stolons/plant	No. of mini tubers (under 1 g) /plant
Stem cutting	13.0 c	65.7 bc <sup>(z)</sup>	7.8 b	52.8 b
Non-rooted stem	13.5 c	62.3 c	6.6 b	59.3 b
Non-rooted stem + wick	16.4 c	65.5 bc	8.2 b	51.9 b
Deep flow stem cutting	33.2 a	78.5 a	12.8 a	79.3 ab
Rooted minituber	24.6 b	69.0 b	12.0 a	83.2 a

<sup>z</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

경삼묘정식구에서 경장이 가장 짧은 것은 정식 시 펄라이트를 제거하는 과정에서 뿌리가 많이 손상되어 초기 생육이 저조한데 기인되었던 것으로 보인다.

육묘방법에 따른 지하부 복지와 괴경특성을 조사한 결과는 Table 7에서 보는 바와 같이 건근중은 경삼담액묘정식구에서 33.2g으로 가장 뿌리의 발달이 양호하였고 다음이 소서발근묘정식구에서 24.6g이었고 경삼묘와 무발근묘정식구에서 16.0g 이하로 뿌리 생육이 저조한 편이었다. 최장 복지길이는 경삼담액묘정식구에서 78.5cm로 가장 길었고, 괴경 형성에 가장 영향을 많이 주는 1차 복지수는 경삼담액묘와 소서발근묘정식구에서 12개 이상으로 가장 많았으며 무발근묘와 경삼묘정식구는 8개 이하로 적은 편이었다. 경삼담액묘와 소서발근묘정식구에서 1차 복지수가 많은 것은 초기 생육이 좋고 뿌리의 발달이 양호하여 복지형성조건에 부합된 것으로 보인다. 버려지는 주당 잔서는 소서발근묘정식구에서 83.2개, 다음이 경삼담액묘정식구에서 79.3개 순이었고 다른 처리는 60개 미만이었다. 2차 수확을 하려고 하면 경삼담액묘나 소서발근묘로 이용하는 것이 종서 수량을 높일 수 있을 것으로 보인다.

육묘방법에 따른 괴경 수량특성 등을 조사한 결과는 Table 8에서 보는 바와 같다. 기본식물로 노지와 망실에 이용할 수 있는 크기인 5g이상 수량은 경삼담액묘정식구에서 491개/m<sup>2</sup>, 다음으로는 소서발근묘정식구에서 474개/m<sup>2</sup>로 가장 많았고 경삼묘정식구에서 255개로 가장 적었다. 그러나 5g 이하 괴경 수량에서는 경삼묘정식구에서 365개로 가장 많아 2, 3차 수확이 요구되는데 이런 경우는 기형서 발생과 부패서 증가가 초래되어 앞으로는 1차 수확량을 높이는데 주안점을 두어야 할 것이다. 총 괴경 수량에서는 경삼담액묘정식구에서 773개로 가장 많았으며 다음은 소서발근묘정식구에서 682개였고 무발근묘정식구에서는 495개로 적었다. 5g 이상 상품율은 소서발근묘정식구에서 69.5%, 담액소서묘정식구에서 63.5%로 대체로 높았으며 경삼묘정식구에서는 41.1%로 낮았다.

Table 8. Tuber yield traits of potatoes grown in aeroponics systems at 70 days after transplanting as affected by transplant raising method.

Transplant raising method	Yield (pieces/m <sup>2</sup> )			Large tuber ratio(A/B, %)
	≤5 g	>5 g (A)	Total (B)	
Stem cutting	365 a <sup>(z)</sup> (765)	255 c (2,501)	620 c (3,266)	41.1
Non-rooted stem	221 d (452)	274 b (2,985)	495 e (3,437)	55.4
Non-rooted stem + wick	240 c (625)	276 b (3,290)	516 d (4,545)	53.5
Deep flow stem cutting	282 b (685)	491 a (5,292)	773 a (5,977)	63.5
Rooted minituber	208 e (623)	474 a (5,555)	682 b (6,178)	69.5

※ ( ) : Tuber weight (g/m<sup>2</sup>)

<sup>z</sup> Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

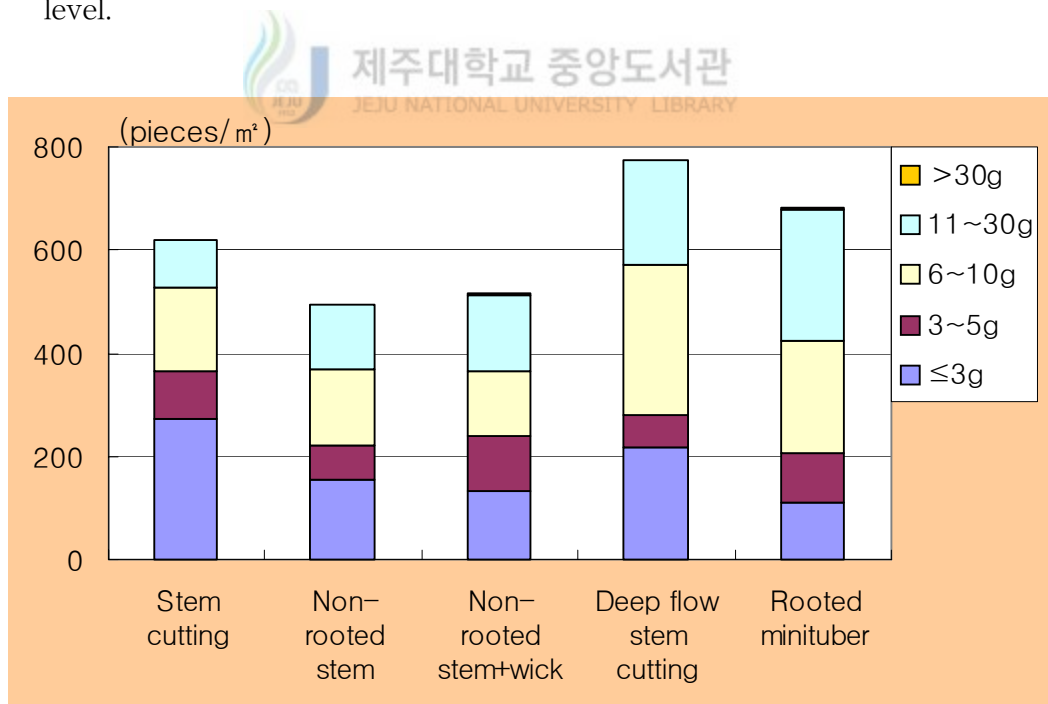


Fig. 3. The number of tubers by size in potatoes grown in aeroponics systems at 70 days after transplanting as affected by transplant raising method.



육묘방법에 따른 등급별 수량을 Fig 3에서 보면 소서발근묘정식구에서 11g 이상 괴경 비율이 상대적으로 높고 5g이하 괴경 비율은 적은 반면 경삼담액묘 정식구에서 6~10g 괴경 비율이 다른 처리구보다 높았으며 소서 비율도 많은 편이었다. 경삼묘정식구는 전체수량에서는 무발근묘 정식구보다 높았으나 상품 비율은 오히려 떨어졌고 소서비율도 다른 처리구보다 많아 수확시기와 수확횟수를 검토할 필요가 있을 것으로 보인다.

경삼담액묘는 스트리폼에 꼽고 양액에 묘를 담그고 키우는 방법으로 묘 증식작업이 쉽고 단위면적당 묘 생산량도 많을 뿐만 아니라 급작스런 환경변화에도 대응능력이 있는 장점 등을 갖고 있다. 그리고 양액재배 정식 시에 뿌리 손상이 없기 때문에 병원균 침입이 적고 다른 처리보다 양액흡수가 용이하여 초기 생육이 양호하다고 하겠다. 소서발근묘는 기본종 소서에서 뿌리를 분리시켜야 하므로 병원균 감염 우려가 있고 발근기간이 20일이상 소요되지만 한 소서에서 여러 번 묘를 채취할 수 있는 장점이 있다.

기존의 수확 후 창고내 형광등하에서 녹화시키는 방법은 녹화기간이 소요될 뿐만 아니라 공간이 필요했으나 베드내에서 녹화시킴으로써 시간과 공간을 절감할 수 있다.

따라서 일시수확시에는 경삼담액묘를 이용하는 것이 가장 좋은 것으로 판단되고 소서발근묘를 이용하는 것은 세대단축면을 고려해 볼 때 앞으로 연구가 더 이루어져야 할 것으로 보인다.



Fig 4. Photos of experiment view and tubers of potatoes grown from deep flow stem cutting in aeroponics system at 70 days after transplanting

## V. 요약

제주지역에서 씨감자의 안정적인 공급을 위하여 양액재배에서 발생하는 문제점을 해결하고 수량성을 검토하고자 수행하였던 시험 결과는 다음과 같다.

### 시험 1. 감자 분무경 양액재배시 베드내 녹화처리가 괴경 수량 및 부패율에 미치는 영향

씨감자 분무경 양액재배에 있어서 베드내와 저장중에 발생하는 괴경 부패를 줄이기 위해 베드내 적정 녹화방법을 찾고자 수행되었다. 양액을 공급해주면서 5, 10, 15일동안 녹화시켰을 때 괴경 수량은 재배시기에 관계없이 양액공급 5일 녹화구와 관행구 사이에 차이가 없었으나 녹화기간이 10일 이상 길어질 경우 크게 감소되었다. 양액무공급 5일 녹화구에서는 관행구보다 괴경 수량이 감소되었다. 2차 수확시 관행구의 괴경 부패율은 봄과 가을재배에서 각각 4.3, 3.2%였으나 녹화구에서는 양액공급에 관계없이 2.0% 이하였다. 6주 저장 후 관행구의 괴경 부패율은 봄과 가을재배에서 각각 2.0, 2.7%였으나 녹화구에서는 양액공급에 관계없이 0.8% 이하였다. 따라서 베드내에서 양액을 공급해 주면서 5일 동안 녹화해 주는 것이 수량 감소없이 부패율을 줄일 수 있었다.

## 시험 2. 육묘방법이 분무경 양액재배 감자의 생육 및 수량에 미치는 영향

상위단계 씨감자의 안정적인 공급을 위해 분무경 양액재배 경삼묘에서 발생하는 줄기기부썩음병 발생을 줄이고 묘 생산단계를 간소화면서 급속증식묘를 찾고자 봄재배에서 줄기꺾꽂이묘(경삼묘), 무발근묘, 심지무발근묘, 경삼담액묘, 소서발근묘를 이용하여 줄기기부썩음병 발생율, 생육특성, 수량 등을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다

줄기기부썩음병은 경삼묘정식구에서 11%였으나 다른 처리구에서는 전혀 발생하지 않았다. 경장은 48.3cm이었던 경삼묘정식구를 제외한 다른 처리구에서는 60.0cm 내외로 유의한 차이가 없었으며 건근중은 경삼담액묘정식구에서 33.2g으로 가장 무거웠고 그 다음이 소서발근묘정식구이었다. 주당 1차복지수는 경삼담액묘와 소서발근묘정식구에서 12개 이상으로 많았고 최장 복지 길이는 경삼담액묘정식구에서 78.5cm로 가장 길었다. 총괴경과 5g 이상 괴경수량은 경삼담액묘정식구에서 각각 m<sup>2</sup>당 773개와 491개로 가장 많았고 다음은 소서발근묘였으며 경삼묘정식구에서는 5g 이상 괴경수는 m<sup>2</sup>당 255개로 가장 적었으나 5g 이하 괴경수는 m<sup>2</sup>당 365개로 가장 많았다. 따라서 분무경 양액재배에서 일시수확 시에는 경삼담액묘를 이용하는 것이 활착율을 향상시키고 괴경수량도 높일 수 있을 것으로 보인다.

## 참 고 문 헌

- Ann, Y.K., S.Y. Na, S.Y. Kim, and Y.H Om. 2002. The effects of photoperiods on in vitro microtuberization in potato(*Solanum tuberosum* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43(3):301-305.
- Choi, D.J., J.T. Yoon, H.S. Lee, J.S. Kim, S.GChoi and H.D. Chung. 1994. Effect of microtuber size on storability, growth, and yield of potato plants. RDA. J. Agri. Sci. 36(2):429-433.
- C.H. ParkGregory, L.E. 1956. Some factors for tuberization in the potato plant. Ann. Bot. 43:281-288.
- Friedman M, G.M. McDonald 1997. Potato glycoalkaloids:chemistry, analysis, safety and plant physiology. Critical Reviews in Sciences 16:55-132.
- 홍순영, 강형식, 강영길, 지형진. 2004. 아인산염을 이용한 감자 줄기부썩음병 방제. 식물병 연구. 10(2):142-144.
- Hong, S.Y., J.W. Kim, Y.K. Kang, Y.M. Yang, and H.S. Kang. 2004. Potato basal stem rot caused by *Pythium myriotylum* in hydroponic cultural system. Res. Plant Dis. 10(1):13-16.
- 강형식. 2001. 감자 분무경 양액재배시 베드내 괴경 녹화방법 연구 개발. 제주 농시연보.:665-671.
- Kang, J.G., and S.Y. Kim. 1995. Studies on tuber formation and enlargement of potato (*Solanum tuberosum* L.) in hydroponics. RDA. J. Agri. Sci. 37:187-199.
- Kim, C.W. 2003. Development of Recirculating Wick Hydroponic Techniques for Safe Seed Tuber Multiplication of Potatoes. Cheju national uni.
- 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. RDA. J. Agri. Sci. 35(1):524-529.
- Kim, H.J., S.Y. Ryu, K.S. Choi, B.H. Kim, and J.K. Kim. 1997. Mass production of seed potato via hydroponic culture. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38(1):24-28.
- Kim, J.A., N. Kozukue, and J.S. Han. 2005. The changes of chlorophyll and glycoalkaloid contents in potato tubers after exposure of fluorescent and UV light. J. East Asian Soc. Dietary Life 15(2):207-212.
- Kim, K.T. 1997. Studies on increasing the production of mini-tubers in hydroponics for seed potato(*Solanum tuberosum* L.). Cheju national uni.
- Kim, S.Y., J.C. Jeong, J.K. Kim, and M.S. Lim. 1995. Effect of storage temperature and greening treatment on sprouting of potato 'Dejima' microtubers. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36(2):166-171.
- 김승열, 윤영호, 박천수, 장동철. 1999. 양액재배에 의한 씨감자 생산효율 증대 시험. 고령지농업시험장 시험연구보고서. p.175~185.
- Langille, A.R, and P.L Forsline. 1974. Influence of temperature and photoperiod on cytokinin pools in the potato, *Solanum tuberosum* L. Plant Sci. Letter 2:189-191.
- 임채일, 정진철, 최영환. 1993. 감자재배. 농촌진흥청. pp.228-237.
- 임명순, 박연희, 김정간, 김승열, 조현묵, 한병희. 1990. 감자 괴경의 기내 대량생산 및 실용화에 관한 연구, 1. 괴경의 기내 대량생산에 관여하는 몇가지 요인. 농시 논문. 32:46-53.
- Nowak, J. and S.K. Asiedu. 1992. Gelling agent and light effect on *in vitro* tuberization of potato cultivars. Am. Potato J. 69:461-470.
- Okazawa, Y. and H.W. Chapman. 1962. Regulation of tuber formation in potato

- plant. *Physiol. Plant.* 15:413-419.
- 박용성. 2000. 두산세계대백과사전 Encyber.
- Park, S.W., H. Joung, J.S. Koo, J.H. Jeon, and H.S. Kim. 1991. Effect of greening of potato microtuber on quality, storability and sprouting rate. *Hortscience.* 9(2):44-45.(Abstr)
- Pilar, T., R. Estrada, L.S. Rentschler, and J.H. Dodds. 1985. Induction and use of in vitro. *Potato Tubers Circular* 13:1-5.
- Richard W. Zobel, Peter Del Tredici, and John G. Torrey. 1976. Method for Growing Plants Aeroponically. *Plant Physiol* 57:344~346.
- Salunkhe. D.K., M.T. Wu, and S.J. Jadhav. 1972. Effects of light and temperature on the formation of solanine in potato slices. *J. Food Sci.* 37:969- 972.
- Waylen Y. Wan, Weixing Cao, and Theodore W. Tibbitts. 1994. Tuber Initiation in Hydroponically Grown Potatoes by Alteration of Solution PH. *Hort. Sci.* 29(6):621~623.
- Yang, T.J. 2001. Studies on selection of solid media in hydroponics for seed potato production. PhD. Diss., Cheju Nat. Uni. Jeju.
- 윤영호. 1997. 농촌진흥청 고령지시험장 연구보고서. pp.95
- Yoon, Y.H., and D.C. Chang. 2003. Potato culture: Production of seed potatoes. RDA. pp. 218-219.
- Wang, P.J. and C.Y. Hu. 1982. In the mass tuberization and virusfree seed-potato production in Taiwan. *Amer. Potato J.* 59:33-37.

## 감사의 글

먼저 여러 가지 부족한 저에게 학위과정을 시작할 수 있도록 아낌없는 충고와 지도를 해 주신 강영길 교수님과 본 논문의 심사를 지도해 주신 제주도농업기술원 문정수 국장님, 제주대학교 강봉균 교수님, 그리고 대학원에서 학문적으로 정립의 가능하도록 지도해 주신 송창길 교수님, 현해남 교수님, 전용철 교수님, 김동순 교수님께 충심으로 깊은 감사를 드립니다.

그리고 본 연구 분석 및 실험에 적극 협조해 주신 제주도농업기술원 강형식 박사님, 제주대학교 고미리님과 제주도농업기술원 농산물원종장에서 성실히 제주도 감자산업 발전을 위하여 일하고 계시는 여러분께 감사드립니다.

제가 여기까지 올 수 있다는 것은 오로지 모든 분들이 따뜻한 마음과 도움이 있었다고 생각하고 있습니다.

따라서 많은 분들이 물심양면으로 도와주신 고마움에 대한 보답은 최근 국제 농업환경이 급속히 변화되고 있는 상황속에서 제주농업의 발전을 위하여 열심히 연구하는 자세로 최선을 다하는 일이 아닌가 생각하고 있습니다.

끝으로 많은 어려움 속에서도 인내와 사랑으로 만학의 열매를 맺을 수 있도록 하여준 아내 김근자, 아들 성우, 승우, 며느리 강영이, 딸 지원에게 이 작은 결실의 기쁨을 나누고 운명하신 부모님 영전에 소자의 책자를 삼가 올립니다.