

감자 養液栽培時 苗素質이 괴경형성에 미치는 영향

朴庸奉* · 金基澤**

The Effect of Potato Sprout Characteristics on the Tuber's Formation in Nutriculture

Park, Yong-bong* · Kim, Ki-Taek**

Summary

This study was conducted to determine the effect of potato seedling characteristics on the tuber formation and tuber rooting. The results are summarized as follows:

- 1) Sixty days after transplanting in Aeroponic, the Aeroponic method increased the plant height 7.4cm and the plant diameter 2.0cm more than the NFT method.
- 2) Ninety days after transplanting, maximum stolen number of AERO, 30.4cm longer than the NFT method, and stolen per plant of NFT 10.5cm more than the Aeroponic method.
- 3) Tuber number per plant was 47.1 in Aeroponic and 42.4 in NFT. However, tuber formation rate was aero : 66%, NFT : 40.3%
- 4) The rooting speed of a stem cutting of 1~2mm seedling was faster than 5~6mm seedlings.
- 5) Forty days after stem cutting, stolen increased 3~4mm and stolen length showed 5~6mm.

* 제주대학교 농과대학 원예학과

** 농촌진흥원

*** 이 연구는 96학년도 재단법인 濟州大學校 發展基金 學術研究費에 의해 연구되었음.

6) Tuber yield was 40.3 for 1~2mm seedlings, 38.3 for 3~4mm, and 27.2 for 5~6mm, was 27.2 respectively.

As we said above, we can estimate that Aeroponic method was good for seed tuber formation and proper stem cutting size was 1~3mm for hydroponics.

緒 言

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 植物學的으로 토마토, 가지 등과 같이 가지과(茄子科)로 분류되며 그 原產地는 남아메리카 안데스 산맥의 중부지역으로 알려지고 있다. 감자는 씨앗을 번식수단으로 하는 대다수의 식물과는 달리 감자 그 자체, 즉 塊莖을 번식 수단으로 하는 營養繁殖 作物로서 총 生産量의 약 10 割 정도를 다음에 栽培할 씨감자로 貯藏 利用되어야 한다.

그러나 塊莖을 연속적으로 栽培하여 씨감자로 이용하면 生理的 病理的 退化로 인해 그 活力이 떨어져 收量과 品質이 심하게 低下되므로 健全한 씨감자를 심는 것이 무엇보다 重要하나 政府普及種 優良 씨감자 보급율이 20% 수준으로 농가의 需要量에 비해 普及種 供給이 不足한 實態이며 더욱이 不足 種薯를 充當하기 위해 採種農家の 規格未達品(95. 1,200~1,500원/kg)이 정부보급종(689원/kg)보다 높은 가격으로 거래되고 일본으로 부터도 소량 수입되어 비싼가격(2,500원/kg)으로 판매되므로 種薯의 價格이 농민에게는 負擔이 되고 있는 實情이다.

따라서 감자 栽培農家の 安定生産과 收量 増大를 위해서는 virus에 未感染된 優良無病 씨감자를 싼값으로 安定 供給하는 것이 先決 되어야 할 問題이다. 그 동안의 無病 씨감자 生産 技術은 組織培養法과 養液栽培 方法으로 大量生産 技術開發이 이루어 지고 있다(Cassels 等 1982).

조직배양을 이용한 人工 씨감자는 계절에 관계없이 年中 생산할 수 있고 收穫后 貯藏이 편리하다는 잇점은 있으나 크기가 작아 직파시 環境에 敏感하여 적응성이 적고 초기 생육이 불량하며 보급종 생산까지 5段階(組織培養→基本植物→原原種→原種→普及種)를 거쳐야 하므로 생산원가가 높은 短點이 있다. 반면에 養液栽培를 이용하여 생산된 人工 씨감자는 그 크기가 3~10g 이상으로 0.5~1.0g 보다 크기 때문에 立毛率이 높고 初期 生育도 높아 生産성이 높으며 3段階(組織培養→養液栽培→普及種)만 거처도 普及이 가능하므로 生産原價를 낮출 수 있고 生産期間도 短縮시킬수 있는 長點이 있다.

따라서 본 연구는 濟州地域에 감자의 安定的 生産과 씨감자 生産의 産業化를 위해 既存의 器內小塊莖 人工 씨감자보다 크기가 增大된 養液栽培 人工 씨감자의 多量生産 技法을 確立하고자 수행하였다.

材料 및 方法

試驗1: 養液栽培 方式이 大地(Dejima) 감자의 生長과 塊莖形成에 미치는 영향

가. 供試品種 및 栽培方式

供試品種은 제주에서 栽培가 많이 되는 대지(Dejima)감자로 하였으며 適合한 養液栽培方式을 究明하기 위해서는 噴霧耕과 N.F.T(Nutrient Film Technique)방식을 使用하였다.

供試된 大地 감자는 組織培養을 해서 생산된 人工 씨감자로서 1995년 8월 3일 혼합상토에 2~3cm 깊이로 파종하여 出芽后 7~8cm 되었을 때 養液栽培床에 8월 25일 定植하였다. 栽培床에 정식할 때 苗를 증류수로 2~3회 세척하여 흙이나 오물 등을 깨끗이 제거하고 40×25cm간격으로 각 栽培方式에 定植하였으며 각 栽培床에 30株씩 심었다. 온실내부의 온도는 9월은 주간 최고 30℃ 야간에 최저 19℃가 되었으며 10월~11월은 주간 20~20℃, 야간 15~18℃가 되도록 조절하였다. 收穫은 定植后 90日 째인 11월 25일 하였다. 시험장소는 제주도 농촌진흥원 농업시험포 (해발 110m에 위치)농림수산부 표준형 하우스 내에 양액재배 시설을 하고 수행하였다.

나. 栽培床 및 養液供給方法

栽培床은 400cm(길이)×60cm(폭)×25cm(높이)의 규격으로 FRP로 제작하여 양측 내부에 Styrofoam을 부치고 흑색 P.E 필름을 깔아 防水와 暗條件을 維持하였다. 噴霧耕 栽培方式은 재배상 内部에 20mm PVC 파이프를 30cm 幅으로 2줄 설치하고 각 파이프에 60cm 간격으로 약 10度上向 360度로 噴射되는 mist nozzle (최대 분사량 1.2ℓ/min)을 交互로 장치하였다. 분사는 ¼HP의 모터펌프를 이용하여 養液이 根圈에 충분히 噴霧되도록 하였으며 五分 휴식后 30秒間 분무되도록 Timer를 利用하여 調整하였다.

N.F.T방식은 재배상의 길이와 폭은 분무경 방식과 同一한 規格으로 제작하여 植物體의 뿌리가 伸長함에 따라 높이를 5cm, 15cm, 25cm로 調整 가능한 고리를 만들어 定植板을 維持하였다.

養液供給은 ¼HP의 모터펌프로 養液을 계속 순환 시켰으며 栽培床 끝에 직경 10cm 정도의 排水溝를 만들고 養液 흐름의

두께가 1cm정도 되도록 높이를 調整하였다.

다 養液組成 및 管理

試驗에 使用된 養液은 地下水를 使用하여 <표1>과 같이 組成하였다. 양액통은 1,000ℓ 용량의 플라스틱 통을 각 栽培方式에 使用하였으며 養液濃度는 定植后 活着促進을 위해 3日 동안은 試驗에 使用된 培養液(表 1)의 ½濃度의 養液을 供給하였다.

Table 1. Mineral composition of nutrient solution used for this experiment

Major-element (me/ℓ)		Micro-element (ppm)	
NO ₃ -N	6.0	Fe	2.0
NH ₄ -N	1.0	Mn	0.5
P	2.0	B	0.5
K	4.0	Zn	0.05
Ca	2.0	Cu	0.05
Mg	2.0		

定植后 4주 부터는 塊莖形成을 助長하기 위해 窒素濃度를 1/2 水準으로 낮춰 供給했으며 全生育期間동안 養液의 pH는 6.0~6.5, E.C는 1.2mS/cm가 되도록 유지했으며 養液의 溫度는 25℃가 넘지 않도록 하였다.

試驗2: 감자 養液栽培시 莖插苗의 莖徑이 苗發根 및 塊莖形成에 미치는 영향

가. 供試材料 및 栽培方式

大地(Dejima)品種을 供試하여 噴霧耕方式으로 수행되었으며 栽培床의 規格과 양액의 조성 및 공급방법은 試驗1과 同一한 方法으로 하였다. shoot의 굵기가 1~2cm의

材料는 器內에서 發根된 7~8cm의 組織培養 幼植物體를 溫室에서 7일간 馴化시킨후 styrofoam 상자(가로70cm×세로50cm×높이20cm)에 直徑1.5cm의 구멍을 뚫고 8cm×8cm 간격으로 만든 栽植板에 증류수로 세척한 후 심었다. 溶液의 溶存酸素 濃度を 높이기 위하여 魚銃用 氣泡發生器를 설치하였고 苗의 크기가 15cm정도 자랐을 때 7~8cm 크기로 잘라서 材料로 使用하였다.

3~4mm 굵기의 shoot와 5~6mm 굵기의 shoot는 30g 정도의 塊莖을 직경 15cm의 포트에 perlite를 넣고 심어서 養液을 栽培床 低面 3cm 두께로 흐르도록하여 養水分을 供給하였으며 頂芽의 굵기가 각각 3~4mm, 5~6mm 되었을 때 採取하여 母薯는 버리고 비교적 고른 苗를 선별하여 定植床에 심었다.

재배기간 및 장소는 1996년 2월부터 3월까지 제주도 농촌진흥원 농업시험포에서 수행하였다.

나. 養液供給 및 管理

養液의 供給은 栽植板에 定植后 1주일은 發根 및 活着이 용이하도록 養液의 濃度を 供試된 養液의 1/2 濃도로 供給하였다.

그리고 定植后 40日 以后부터 收穫까지는 塊莖形成을 促進하기 위하여 질소수준을 1/2로 낮춰 공급했다. 養液의 pH는 6.0~6.5, E.C는 1.2mS/cm를 유지했다.

結果 및 考察

1. 養液栽培方式이 大地(Dejima)감자의 生長과 塊莖形成에 미치는 영향

정식후 40일과 60일 그리고 수확기인 90일째에 草長과 莖長의 生長 변화를 보면 분무경재배방식이 N.F.T 재배방식에 비해 양호 하였다(表 2).

분무경재배방식인 경우 生育中期인 定植後 40일부터 60일 사이의 生長량도 N.F.T 재배방식에 비해 초장이 7.4cm, 경장이 2.0cm 더 자랐다. 그러나 생육후기로 갈수록 그 生長量의 차는 점차 줄어들어서 초장이 2.3cm, 경장이 0.6cm의 차로 적어졌다.

재배방식에 따른 지하부의 生長反應은 匍枝의 길이는 분무경에서 길었고 복지수는 N.F.T에서 많은 경향을 나타냈다.(Fig. 1.)

수확기인 정식후 90일에 분무경재배에서 最大匍枝長은 30.4cm로서 N.F.T보다 12.6cm 더 길었다.

그러나 株當匍枝數는 N.F.T에서 10.5개로서 분무경에서 보다 0.7개 더 많았다.

양액재배방식에는 噴霧耕, N.F.T, 담액경 등으로 구분될수 있는데 이러한 방식은 작물의 종류에 따른 적합성과 토양이 양액으로 대체되면서 문제가 되는 根圈의 完충능과 溶存酸素, 養液溫度問題를 해결하기 위한 방향으로 양액재배 연구가 이루어지고 있다

Table 2. Growth status of 40days, 60 days and 90days after planting of potato cv. Dejima with different solution culture systems.

solution culture system	plant height (cm)			stem length (cm)		
	40 days	60 days	90 days	40 days	60 days	90 days
Aeroponics	42.6	71.8	83.2	26.2	49.1	65.4
N. F. T ¹⁾	22.4	44.2	53.3	10.5	31.4	47.1

¹⁾ N. F. T : Nutrient Film Technique.

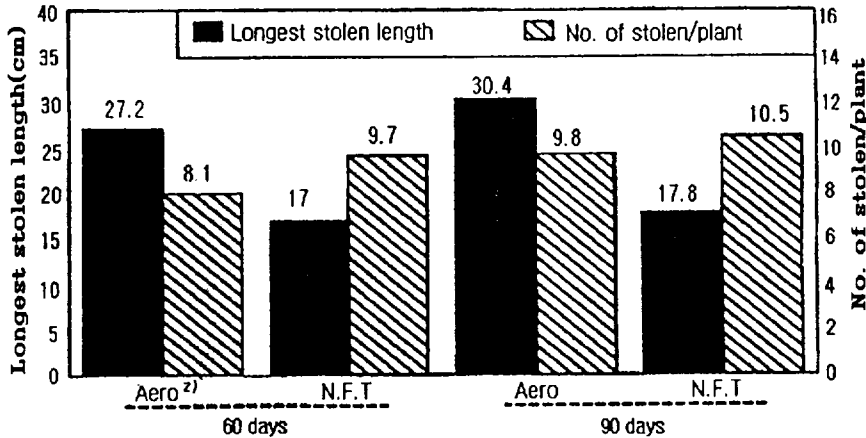


Fig. 1. Longest stolen length and No. of stolen of potato cv. Dejima grown in different culture systems.
 z) Aero : Aeroponics, N.F.T : Nutrient Film Technique

(정 등 1993; 강 등 1995; 양 등 1990).

담액경은 양액속에 근계를 형성시키고 인위적으로 용存酸素를 공급해 주어야 하나 비교적 안정된 根圈環境을 유지할수 있어 엽채류 등의 재배에 이용된다(정 등 1994, 박 등 1993). N.F.T(薄膜循環式)는 작물을 薄膜으로 흐르는 양액에서 재배하므로써 근권의 통기를 적절히 유지하기 위해 고안되었으나 N.F.T재배시에는 뿌리와 微生物에 의한 근권의 산소 소비로 酸素濃度의 부족이 야기될수 있다(Gislerod 등 1993). 분무경은 뿌리전부 혹은 일부가 공기중에 노출되도록하여 양액을 분무하거나 안개와 같이 포화시켜 재배하는 방식으로 溶存山所問題를 해결할수 있는 장점이 있다(박 등 1993). 분무경 재배에서 자란식물은 일반水耕재배와는 달리 근권의 산소가 풍부하고 수분이용효율이 극대화 되어 생육이 왕성해지고 특히 根毛의 발달이 현저히 좋다(Zobelrow 등 1976). 그러나 분무조건과 분사되는 양액의 粒子크기 등에 따라 식물

의 생육에 영향을 주는 것으로 알려지고 있는데 鄭 등(1993)은 토마토에서 10분간격으로 30초간 분무했을 때 생육이 좋았다고 했고, 孫 등(1994)은 국화발근 실험에서 10분간격 60초간 분무했을 때 發根率이 좋았다고 했다. 또한 대상작물별로도 생육에 차이를 보이는데 토마토의 경우 바람직한 생장을 보이거나(손 등 1994)국화의 경우 바람직하지 않은 재배방법으로 보고되고 있다. 분무경은 뿌리가 공기중에 노출되어 緩衝能이 거의 없기 때문에 환경변화에 敏感하고 주기적인 분무로 인한 物理的인 刺戟이 심하여 이에대한 對象作物의 극복여하에 따라 생육의 차이로 나타나는 것으로 推定된다. 감자의 괴경은 지하경 위에 있는 6~8마디에서 발생하는 측지의 일종인 stolon이 신장하고 그의 선단이 비대하여 감자로 되는 것이다.

감자양액재배에서 주요 生長部位는 匍枝인데 본 실험에서 분무경의 경우 복지의 생장이 양호하여 감자양액재배시 적합한 방법

으로 사료된다.

정식후 90일에 수확하여 塊莖의 數와 크기별 分布는 표3과 같다.

전체적인 수량은 분무경에서 47.1개/주, N.F.T에서 42.4개/주로서 큰차가 없으나 3g이상의 괴경을 種薯로 보았을 때 이 비율은 분무경에서 66.0%로서 N.F.T의 40.3% 수준보다 높았다. 그러나 N.F.T에서는 20g 이상이 괴경과 3g미만의 괴경이 많이 생산되는 경향이였다.

또한 성장조절물질을 인위적으로 조절하기 위하여 合成物質을 莖葉에 살포하여 괴경형성을 유도할 수 있다. 이러한 연구결과를 종합해 볼 때 감자의 괴경형성을 유지하기 위해서는 식물체내 성장조절물질이나 생리적 활성의 변화를 야기할 수 있는 환경조건의 변화를 가해야 함을 알 수 있다. Menzel (1983), Hanneman (1991).

식물성장조절물질의 生成과 轉移는 식물이 처해 있는 환경과 밀접한 관련이 있기 때문

Table 3. Tuber yield of potato cv. Dejima grown in aeroponics and N. F. T culture system

Solution Culture System	NO. of tuber/plant	Size distribution					
		Lighter lg	1~3g	3~5g	6~10g	10~20g	Over 20g
Aeroponics	47.1	10.3	5.6	6.0	10.3	10.0	4.8
N. F. T	42.4	17.1	8.2	0.9	5.8	5.3	5.1

실험결과에서와 같이 동일한 식물체에서도 재배방식에 따라 괴경 각각의 形成時期와 肥大程度가 다르게 되는 것은 養分の吸收 및 轉移의 不均等に 기인한다고 생각되며 종서용으로 생산되는 감자는 5~10g 정도가 좋다고 볼 때 너무 크거나 혹은 작은 괴경을 수확하는 것은 바람직하지 않은 것으로 생각된다. 이의 해결책으로 어느 정도의 크기에서 단계별로 수확하여 양분을 보다 늦게 형성된 괴경 쪽으로 誘導함으로써 적정 크기의 종서를 大量 生産할 수 있는 방안이 검토되어야 할 것으로 보인다. 감자의 괴경 형성과 肥大는 生長조절물질의 변화와 관련이 있는데 Sattelmacher(1978)와 Marschner(1982), Krauss(1978)은 감자 양액재배에서 N공급의 중단이 성장조절물질의 증가를 가져오며 이에 따라 괴경의 형성이 촉진됨을 보고한 바 있고 Wan 등(1994) 등은 pH의 간헐적인 저하에 의해 괴경형성이 촉진된다고 했다.

에 環境調節에 의해 生長調節物質의 변화를 誘導할 수 있을 것으로 생각된다(Wareing 1973).

양액재배는 地上部環境뿐만 아니라 根圈의 환경까지 조절이 가능하다. 특히 분무경에서 생장한 식물은 주기적으로 양액이 분사되고 根圈溫度의 변화폭이 커지게 되며 분사되는 壓力에 의해 식물체의 뿌리에 상당한 刺戟을 주게 된다(朴 等 1994). 이러한 刺戟은 식물체 내 生長調節物質, 특히 生長抑制物質의 生成을 자극함으로써 괴경형성을 촉진할 수 있을 것으로 생각되었다. 본 실험결과 분무경에서 匍枝의 생장이 빠르고 5~10g의 괴경 생산도 전체 괴경의 53.1%로서 N.F.T의 38.2%에 비해 높아서 種薯生産方法으로 適合하다고 사료된다.

2. 감자 養液栽培時 莖插苗의 莖徑이 苗發根 및 塊莖形成에 미치는 影響

감자 養液栽培를 위해서는 많은 定植苗가 소요되는데 이에 필요한 苗의 多量 確保가 문제이다. 그래서 組織培養幼植物體를 養液에서 育苗하고 그 切片을 이용한 苗와 일반 種에서 出芽한 頂芽또는 側芽를 절단하여 이용한 묘를 양액재배상에 직접 挿植했을 때 苗의 莖徑에 따라 發根에 미치는 影響을 조사한 결과 莖挿苗의 塊莖이 클수록 發根이 늦었다.(표4)

묘의 莖徑이 1~2mm인 것은 삽식후 10일에 根長이 1.2cm였는데 5~6mm 인 것은 發根이 되지 않았다.

그러나 挿植后 25일에는 苗의 莖徑이 5~6mm인 것이 根長이 19cm로서 1~2mm

묘에 비해 2cm 더 길었다. 한편, 뿌리의 數는 3~4mm 苗가 24개로서 가장 많았고 1~2mm 苗는 21개이고 5~6mm 苗는 13개로서 가장 적었다. 挿植后 40日째 地上部生育과 地下部生育 상황은 表5와 같다. 莖長은 3~4mm 苗에서 가장 길었으나 莖徑은 5~6mm 苗에서 가장 길었다.

감자 養液栽培에서 塊莖生成에 影響을 주는 匍枝數는 3~4mm 苗가 9개로서 가장 많았으나 匍枝長은 5~6mm 苗에서 가장 길었다.

塊莖收量은 挿植後 90일에 收穫하여 調査하였다(表6). 塊莖數는 1~2mm 묘에서 가장 많았으나 塊莖 全體의 무게는 3~4mm

Table 4. The effect of shoot diameter on rooting of potato in aeroponics

Shoot diameter (mm)	10 days after planting			25 days after planting		
	No. of leaf /plant	Root length (cm)	No. of Root/plant	No. of leaf /plant	Root length (cm)	No. of Root /plant
1~2	3	1.2	3	6	17	21
3~4	2	0.5	1	5	15	24
5~6	3	-	-	5	19	13

Table 5. Growth characteristics of potato CV. Dejima grown in aeroponics as affected different shoot diameter at 40 days after planting.

Shoot diameter (mm)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaf/plant	No. of stolon/plant	Stolon length (cm)
1~2	6.0	3.0	8.0	7	24.3
3~4	13.0	8.2	9.0	9	32.0
5~6	11.3	9.2	8.4	4	40.0

Table 6. Yield of potato CV. Dejima grown in aeroponics as affected by shoot diameter at 90 days after planting.

Shoot diameter (mm)	No. of tuber /plant	Tuber weight g/plant	Ave. weight of tuber g/plant
1~2	40.3	223	5.5
3~4	38.3	362	9.5
5~6	27.2	298	11.0

묘에서 가장 무거웠다. 莖插苗의 莖徑이 클수록 塊莖數가 적고 平均塊莖重이 무거운 것은 匍枝의 發生이 일찍 이루어져 塊莖形成이 빨랐으며 早期에 나온 塊莖에 의해 새로운 匍枝發生이 妨害받게 됨에 따라 差異를 보이는 것으로 생각되었다.

또한 莖插苗의 莖徑이 클수록 挿植板 바로 밑에 塊莖이 形成되고 이러한 塊莖들은 高溫 또는 散光에 의해 休眠이 打破되어 萌芽가 發生하는 것도 多數 發見되었다.

따라서 塊莖의 品質을 높이기 위해서는 莖插의 長이를 길게 해서 挿植板 밑으로 길게 해줌으로서 良質의 塊莖生産에 有利할 것으로 생각되었다.

이상의 결과로 볼 때 莖插苗의 莖徑은 1~3mm 정도가 莖插後의 發根이 早期에 이루어지고 뿌리 수도 많으며 塊莖의 形成도 잘되어 감자 噴霧耕養液栽培시 무난할 것으로 생각되었다.

摘 要

제주에서 재배가 많이 되는 감자 大地 (Dejima) 품종을 供試하여 씨감자의 묘소질이 괴경형성에 미치는 영향을 究明하고 莖插苗의 莖徑이 苗發根 및 塊莖形成에 미치는 影響을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 분무경 재배 방식이 定植後 60일까지는 生長速度가 빨라 N.F.T 재배방식에 비해 草長 7.4cm, 莖長 2.0cm 더 자랐다.
2. 정식후 90일에 最大匍枝數은 분무경에서 30.4cm로서 N.F.T 보다 12.6cm 더 길었고 株當匍枝數는 N.F.T에서 10.5로 분무경에 비해 0.7개 더 많았다.
3. 株當 塊莖收量은 噴霧태에서 47.1개, N.F.T에서 42.4개이며 3g 이상의 괴경형성율은 분무경 66.0%, N.F.T 40.3%였다.
4. 莖插苗의 發根速度는 莖徑 1~2mm 묘가 빠르고 5~6mm 묘가 늦었다.
5. 挿植后 40日째 匍枝數는 3~4mm 묘에서 많았고 匍枝長은 5~6mm 묘에서 길었다.
6. 塊莖收量은 1~2mm 묘에서 40.3개, 3~4mm 묘에서 38.3개, 5~6mm 묘에서 27.2개였다.

위와 같은 결과로 미루어 보아 분무경재배 방식이 씨감자 생산에 적합한 방법이였으며 莖插苗를 利用할 경우는 묘의 莖徑이 1~3mm 정도가 적당할 것으로 판단되었다.

引用文獻

1. Cassels, A. C and R.D. Long. 1982. The elimination of potato Viruses X, Y, S, and M in meristem and explant culture of potato in the presence of virazol. *Potato Res* 25:167-173
2. 鄭淳柱, 池性韓, 篠原溫, 池田 英男, 領木 芳夫. 1993. 養液의 噴霧間隔이 토마토의 生育과 果實 收量에 미치는 影響. *韓國誌*. 34:91-98
3. 鄭淳柱, 姜宗求, 李正鎬. 1994. 養液栽培 理論과 實用技術. 湖南 溫室作物 研究所 pp.34-35
4. Gislertod, H.R. and R.J. and Kempton. 1983. The oxygen content of flowing nutrient solutions used for cucumber and tomato culture. *Scientia Hort.* 20:23-33
5. 강종구, 천상욱, 정순주. 1995. 栽培方式의 差異와 根圈溫度 및 養液의 이온濃度가 菊花 뿌리의 解剖 形態的 變化에 미치는 影響. *韓國誌* 36:548-554
6. 강종구, 김승열. 1995. 養液栽培에 의한

- 감자 小塊莖形成 및 肥大 促進에 관한 研究, 農業論文集 37:187-199
7. 金賢準, 金寬洙, 金元培, 崔寬淳. 1993. 감자 水耕栽培에 依한 小薯生産 및 實用化에 관한 研究. 農業 論文集 35:524-529
 8. 김현준, 유승열, 김병현, 김정간. 1994. 양액재배에 의한 감자 대량급속 증식. 韓園誌. 論文發表 要旨 12:238-239
 9. 朴權瑀, 金永植. 1993. 水耕栽培의 理論과 實際. 고려대학교 출판부 pp.121-137
 10. 손기철, 변혜진, 채수천. 1994. Pantas 및 국화의 발근에 대한 간이초음파 분무경 시스템의 적용. 韓園誌. 35:301-308
 11. 梁元模, 鄭淳柱, 梁承烈. 1990. 噴霧耕과 薄膜循環 養液栽培에 따른 토마토의 生理 生態 및 形態的 適應에 관한 研究.
 1. 養液溫度, 噴霧間隔 및 充噴培地 差異에 따른 根圈 環境 變化 및 生育 反應. 韓園誌. 31:22-36
 12. Zobel, R.W., D.T. Peter and G.T. Jhon. 1976. Method for growing plants aeroponically. Plant Physiol. 57:344-346
 13. Sattlemacher, B. and H. Marchner. 1978. Nitrogen nutrition and cytokinin activity in solanum tuberosum. physiol. plant. 42:185-189
 14. Wan, W.Y., W. Cao and T.W. Tibbitts. 1994. Tuber initiation in hydroponically grown potatoes by alternation of solution pH. Hort Science 29:621-623