

태양에너지를 이용한 植物 生産 시스템내의 養液栽培 環境調節에 關한 研究⁺

—國內 養液栽培 實行農家の 實態調査—

Environmental Control of Nutriculture in a Plant Production System Utilizing Solar Energy

—Investigation of Actual State of the Nutriculture in Korea—

金 文 基*, 南 相 運*, 孫 禎 翼*
M. K. Kim, S. W. Nam, J. E. Son

Summary

In order to provide fundamental data for the achievement of safe environmental condition, investigation of the actual state of the nutriculture practices in Korea was carried out.

The result obtained are summarized as follows.

1. Cultivation area of nutriculture was 6 ha and culture types included deep flow technique(43%), nutrient film technique(45%), gravel culture(6%), chaff charcoal culture(3%) and rockwool culture(3%).
2. Greenhouses were mostly made of pentite pipe frames and covered by polyethylene film, and culture beds were handy combination of cement blocks, concrete and styrofoam, which were not standard products.
3. Development of nutriculture system appropriate to our actual circumstances and improvement of establishments are required.
4. Since there was not farmhouse that performs the environmental measurement and environmental conditions of cultivation were very limited, sensor applied environmental control technology of nutriculture should be developed.

I. 序 論

태양에너지를 農業生産에 이용하려는 인공적인 노력은 플라스틱 필름을 이용한 멀칭과 턴빌 재배로부터 출발하여 플라스틱 하우스, 유리온실의 단계를 거쳐서, 植物工場 시스템의 實現을 위한 研究가 계속되고 있다.

이와 동시에 植物栽培의 培地 시스템도 土壤栽培로부터 無土栽培, 즉 養液栽培 시스템의 適用의 방향으로 研究와 普及의 노력이 계속되고 있다.

養液栽培는 日本에서는 1957년 礫耕栽培로부터 출발하여 1963년경 부터는 噴霧耕(미스트경), 水耕 및 이들의 절충방식등이 개발되어 이

+ 이 論文은 1990년도 文敎部 學術研究助成費에 의하여 研究되었음

* 서울大學校 農科大學 農工學科

들을 총칭하여 水氣耕이라 하였다. 이에 대하여 자갈, 모래, 혼탄등을 이용하는것을 固形培地耕이라 하였고, 水氣耕에 있어서도 각종 방식이 개발되고 플랜트화 하여 시판되므로써 養液栽培의 普及은 급속도로 진행되고 있다.^{7),8)}

현재 선진제국에서 開發 普及되어 있는 循環式 水耕, Nutrient Film Technique (NFT, 水膜水耕法), Rockwool에 의한 固形培地 이용형 등의 養液栽培 技術은 作物의 生育環境을 人爲的으로 制御할 수 있고, 좋은 質과 많은 數量, 특히 淸정한 원예작물생산으로 各광을 받게 되었다.^{9), 10), 12)}

이와 같이 유럽, 일본 등에서 養液栽培의 여러 가지 방식들이 개발, 연구, 보급됨에 따라 우리나라에서도 최근에 관심을 갖기 시작하였으나 아직 그 현황이 충분히 파악되어 있지 않고 특히 養液栽培 環境管理에 대한 연구가 미진한 실정이다. 이에 태양에너지를 이용한 植物生産 시스템 開發 研究의 일환으로 養液栽培 適用 技術 現況을 把握하고 栽培環境管理(특히 自動管理) 方法을 定着시키는 연구가 필요할 것으로 思料된다.

따라서 本 研究는 養液栽培 實行農家의 技術 現況을 調査하여 問題點을 導出함으로서, 우리나라의 養液栽培 適用過程에서 보다 안정적인 養液栽培 環境 條件의 實現을 위한 基礎資料를 提供하는것을 目的으로 하였다.

위와 같은 目的을 달성하므로써 현재 초기단계에 있는 우리나라 養液栽培 實行農家에 있어서 環境調節에 關連된 실질적인 問題를 파악하게 되고, 컴퓨터를 이용한 自動調節 技術의 適用 可能性을 판단할 수 있을 뿐만 아니라 공장형 식물생산 시스템에의 適用을 위한 完全 自動調節 시스템 開發에 基礎資料를 提供할 수 있게 될 것이다.

II. 調査內容 및 方法

1. 調査對象 및 調査方法

농촌진흥청 원예시험장을 통해 1987년 전국 水耕栽培 農家 協同會에 등록된 養液栽培 農家

現況을 調査한후, 각 도농촌진흥원 및 군농촌지도소를 통하여 현재 재배 유무를 확인하고, 또한 현재 재배농가에 문의하여 인근지역에 새로 재배를 시작한 농가를 파악하여 전국의 모든 養液栽培 農家를 調査對象으로 하였으며, 조사당시의 재배농가수 및 분포현황은 표 1과 같다. 최대한 전국의 모든 養液栽培 農家를 對象으로 調査 하려 試圖하였으나 혹시 調査對象에서 빠진 농가가 있을 수도 있음을 밝혀둔다.

Table 1. Cultivation area of nutriculture.

Regions	Number of farms	Area (pyong)
Seoul	2	4,500
Kyungki	4	9,410
Chungbuk	2	800
Chunnam	1	340
Chunbuk	1	1,000
Kyungnam	2	586
Kyungbuk	1	1,200
Total	13	17,836

2. 調査項目

養液栽培 農家의 技術現況 및 環境調節 實態 調査를 위한 項目設定 및 調査表를 作成하였으며 主要 調査項目은 다음과 같다.

- 1) 一般現況: 栽培面積, 栽培期間, 栽培方式, 栽培經歷, 年間所得, 流通方法 等.
- 2) 施設現況: 溫室資材, 溫室被服材, 栽培시스템, 펌프용량 및 사용대수, 양액탱크 종류 및 용량 等.
- 3) 栽培管理 現況: 培養液 組成 및 管理方法, 育苗方法, 順化過程, 定植方法, 收穫方法, 包裝方法 等.
- 4) 環境의 計測 및 管理 實態: 氣溫, 濕度, 養液溫度, 培養液 濃度, pH, 溶存酸素, CO₂濃度, 光 等에 대한 計測有無, 計測器의 種類, 制御 有無, 制御方式 等.

3. 調査方法

調査員이 直接 現地를 訪問하여 작성된 調査

表에 의거 面接, 實測, 寫眞撮影 等의 方法으로 1991年 1月 14日 부터 2月 27日 사이에 調査를 實施 하였다.

III. 結果 및 考察

1. 一般現況

우리나라 養液栽培 農家의 一般現況은 表 2와 같다. 養液栽培 面積은 약 6ha로 나타났으며, 70년대 후반부터 普及이 시작되어 87년까지는 급속한 增加趨勢를 보이고 있으나⁴⁾, 그이후로 주춤한 상태로서 栽培技術 및 流通上의 問題로 栽培를 포기한 농가가 상당수 있는것으로 나타났다(그림 1).

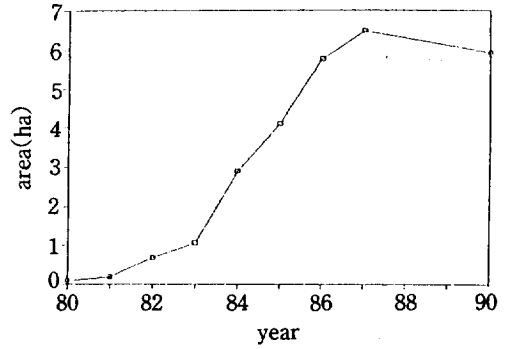


Fig.1. Change of cultivation area for nutriculture

栽培方式은 表 3에서 보는 바와 같이 담액순환방식(Deep flow technique, 43%)과 NFT방식(45.2%)이 대부분이었고, 鑛耕(6.2%), 혼탄경(3%), Rockwool耕(2.6%)의 순으로 나타났다.

Table 2. General status of nutriculture.

Regions	Area (pyong)	Culture type	Crops	Main market	Career (year)	Yearly income 1,000 won/10a
Seoul Youlhyeon	2,500	Deep flow technique	Lettuce	Seoul, Export *	6	3,600
Seoul Hail	2,000	Deep flow technique	①	Seoul, Kyungki	5	7,500 * *
Gwangju Taejeon	8,000	NFT, Gravel culture	②	Seoul	12	11,200
Suwon Youljeon	400	Deep flow technique	Lettuce	Suwon	5	7,500
Hanam Misa	450	Deep flow technique	Lettuce	Seoul, Daejeon	6	13,300 * *
Hanam Choi	560	Nutrient film technique	Lettuce	Seoul	6	5,400
Jecheon Bongyang	500	DFT, Gravel culture	Lettuce	Seoul	1	18,000 * *
Cheongwon Buki	300	Gravel culture	Kale	Seoul	1	12,000 * *
Kimje Baekgu	1,000	Deep flow technique	③	Jeonju	6	10,800
Naju Keuncheon	340	Chaff charcoal culture	Gerbera	Kwangju	8	26,500 * *
Chilgok Jicheon	1,200	DFT, Chaff charcoal	④	Daegu, Kyungbuk	6	10,000
Ulsan Eonyang	460	Rockwool culture	Rose	Seoul, Pusan	1	32,600
Kimhae Daeseong	126	Deep flow technique	⑤	Pusan, Kyungnam	7	6,000

Note : ① Lettuce, Kale, Cucumber, Crowndaisy, Leaf of sesame, Red pepper

② Lettuce, Kale, Cucumber, Crowndaisy, Leaf of sesame, Red pepper, Parsley, Tomato, Pumpkin, Chinese cabbage, Spinach

③ Lettuce, Kale, Cucumber, Strawberry, Chinese cabbage, Red pepper

④ Lettuce, Kale, Cucumber, Crowndaisy, Strawberry, Tomato, Melon, Chinese cabbage, Parsley, Spinach, Leek, Young radish

⑤ Lettuce, Crowndaisy, Leaf of sesame, Parsley, Bud of raddish

* About 50% of total products are exported to Guam and Siphon

* * mark is gross income, no-mark is net income ; estimated value by farmer's answer

Table 3. Cultivation area to culture type.

unit : Pyong(%)

Culture type	Cultivation area
DFT	7,676 (43.0)
NFT	8,060 (45.2)
Gravel	1,100 (6.2)
Chaff charcoal	540 (3.0)
Rockwool	460 (2.6)
Total	17,836 (100)

栽培作目は 채소가 95.5%, 화훼가 4.5%로 나타났다. 채소중에는 엽채류가 전체의 82%를 점하고 있으며 그중에서도 상추(66%)가 가장 많고, 케일(8%)이 그 다음으로 나타났다. 일본의 경우 과채류가 전체의 60% 정도 (토마토 45%, 오이 12%)를 점하고 있는 것⁵⁾과 비교할 때 施設 및 栽培 管理技術 水準이 낮음을 단적으로 보여준다 하겠다.

栽培 地域의 分布를 보면 교통이 양호하거나 大消費地에 近接해 있는 것을 볼 수 있는데, 主販賣地域 역시 大都市의 백화점 또는 대형 슈퍼마켓이 대부분이었고 일부 輸出을 하는 농가도 있었다.

流通方法은 대부분이 직거래를 하고, 일부는 유통회사를 통해서 하고 있었으며, 인력으로收穫해서 비닐 또는 박스에 小量(상추의 경우 150g단위)으로 包裝(表 6)하여 出荷함으로써 土耕栽培에 비해서 2~3배의 가격을 받는 것으로 나타났다.

2. 施設現況

表 4는 국내 養液栽培 농가의 溫室 및 栽培시스템의 現況을 나타낸 것이다.

溫室은 거의 전부가 아치형 플라스틱 하우스였고, 骨格資材는 펜타이트 파이프가 대부분이었고 철골, 죽제, 목재도 일부 있었다. 被服材는 대부분 폴리에틸렌 필름(PE film)이었으며 경질 필름(PET film)을 쓰고 있는 농가가 1농가 있었다.

재배베드는 흙바닥에 블록, 콘크리트, 목재 또

는 스티로폼을 이용하여 簡易로 製作한 농가가 대부분이었으며 앵글을 이용하여 작업이 편리하도록 지면으로부터 높여서 설치한 농가도 일부 있었다.

양액탱크는 대부분 콘크리트로 설치하였고 FRP탱크를 사용하는 농가도 일부 있었다. 탱크 용량은 10a(300평)당 평균 23.1톤, 펌프는 10a당 평균 2.1마력을 사용하고 있었으나 농가마다 큰 차이를 보이고 있었다.

일본의 경우 施設에 있어서 유리온실이 상당수를 차지하고(表 5) 재배베드역시 栽培形式別로 規格화된 몇가지 製品이 開發 普及되어 있는 것⁵⁾과 비교해 볼때, 우리도 養液栽培의 擴大 普及을 위해서는 우리의 實定에 맞는 養液栽培 시스템의 開發이 必要하며, 아울러 栽培管理의 省力化를 위한 養液栽培 環境의 自動制御를 위해서는 무엇보다도 施設의 改善이 매우 시급한 실정인 것으로 판단 되었다. 그림 2는 국내 養液栽培 실행농가의 대표적인 재배 施設 및 재배 환경을 보여주고 있다.

3. 栽培管理 現況

培養液의 組成 및 濃度調整, 育苗, 順化, 定植, 收穫, 包裝 등의 栽培 管理 現況을 表 6에 나타내었다.

培養液의 組成은 대부분이 園試, 山崎處方⁶⁾ 등 외국에서 개발한 품목별 조성표에 의하여 하고 있었으며, 일부는 문헌과 재배경험을 토대로 자체개발 하여 사용하고 있었다.

培養液의 濃度 調整은 대부분이 소비된 양만큼 일정비율로 보충해 주거나 몇일 간격으로 전체를 교환해 주고 있었으며, 濃度計測에 의해서 조절해 주는 농가는 거의 없었다.

대부분이 훈탄에서 育苗하여 스펀지에 定植하고 있었으며, 특별히 順化過程을 거치는 농가는 없었고, 養液의 循環은 타이머가 부착된 스위치로 일정간격을 두고 ON-OFF 制御하고 있었다.

4. 環境의 計測 및 管理 實態

實態 調査에서 나타난 국내 養液栽培 실행 농

Table 4. Facility status of nutriculture system.

Regions	Frames	Covering material	Culture bed	Bed height	Nutrient sol. tank		Pump capacity (HP/10a)	Cost (won/pyong)
					Type	Capacity (ton/10a)		
Youlhyeon	Pentite pipe	PE film	Styrofoam	0.0 m	Concrete	18.0	3.6	80,000
Hail	Pentite pipe	PE film	Block	0.0	FRP, Conc	4.8	1.5	100,000
Taejeon	Pentite pipe	PE film	Block, Styrofoam	0.0	Concrete	24.0	1.5	100,000
Youljeon	Pentite pipe	PE film	Styrofoam	0.0	Concrete	30.0	3.0	50,000
Misa	Pentite pipe	PE film	Block, Styrofoam	0.0	Concrete	20.1	1.5	50,000
Choi	Pentite pipe	PE film	Angle, Styrofoam	0.3	FRP	6.0	1.5	60,000
Bongyang	Pentite pipe	PE film	Concrete	0.0	Concrete	27.0	3.0	100,000
Buki	Pentite pipe	PE film	Concrete	0.0	Concrete	24.0	1.5	80,000
Baekgu	Pentite pipe	PE film	Angle, Styrofoam	0.7	Concrete	18.0	1.5	120,000
Keumcheon	Pipe, Bamboo	PE, PVC	Styrofoam	0.0	Concrete	9.0	0.45	20,000
Jicheon	Pentite pipe	PE film	Wood, Vinyl	0.0	Concrete	30.0	1.0	70,000
Eonyang	Steel frame	PET film	Rockwool, Styrofoam	0.0	FRP	6.0	-- **	800,000*
Daeseong	Wooden	PE film	Wood, Styrofoam	0.3	Concrete	84.0	6.0	40,000

Note : * Include nutrient solution control system and heating system.

** FRP tank(2 ton) --> water, Controller --> A solution, B solution.

Table 5. Comparison of establishment area in nutriculture(ha).

Items		Korea(1990)	Japan(1983) ⁵⁾
Glass house	Vegetables	--	75
	Flowering plants	--	9
	Fruit trees	--	0
Plastic house	Vegetables	5.68	196
	Flowering plants	0.27	12
	Fruit trees	0.00	0
Total		5.95	293

가의 環境 計測 및 環境 管理 實態는 表7 및 表8 과 같다.

環境의 計測은 유리봉온도계로 室內溫度 및 養液溫度를 測定하는 정도가 대부분 이었고 一部 EC meter, pH meter 및 DO meter를 보유한 농가는 있었으나, 필요할때 한두번씩 計測할뿐 連續的으로 計測하는 농가는 한군데도 없었다.

막대한 施設費를 投資하여 溫度管理 및 培養液管理를 自動으로 實施하고 있는 1개 農家를

除外한 모든 農家에서 環境管理 역시 거의 이루어지고 있지 않았다. 대부분의 農家에서 보온커튼이나 수막하우스 등에 의한 保溫과 側窓開閉에 의한 換氣가 環境管理의 全部였고, 一部 온풍기에 의한 暖房, 보일러에 의한 養液溫度 增加뿐으로 매우 劣惡한 環境下에서 栽培가 이루어지고 있었다.

위낙 施設이 落後되어 있고 농민들의 投資의 限界性 등으로 인하여 일부만이 環境計測 및 環

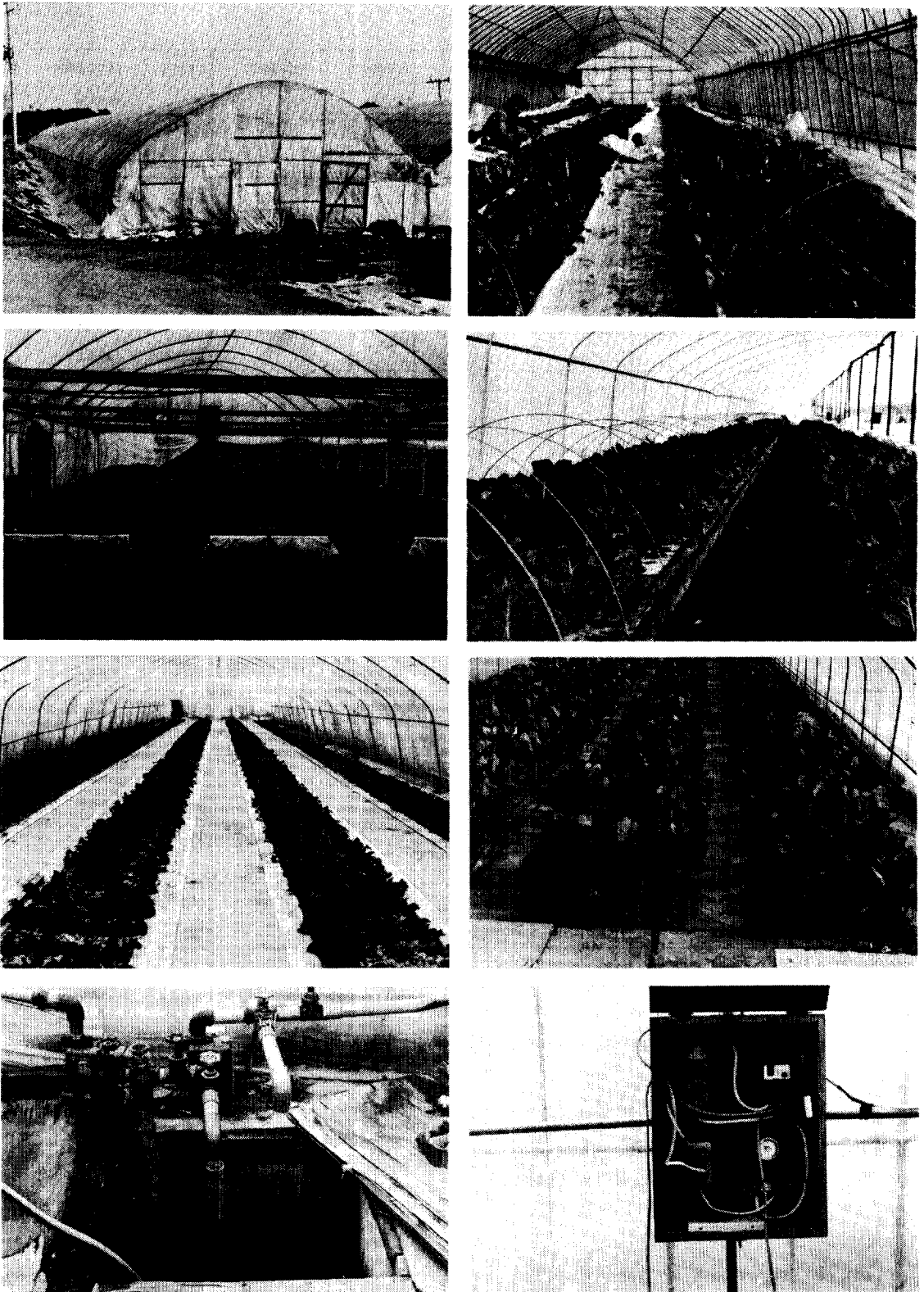


Fig.2. Views of nutriculture systems

Table 6. Management of cultivation.

Regions	Recipe for nutrient solution	Control of concentration	Seedling raising	Adaptation process	Planting	Packing	Circulation control
Youlhyeon	Yamajaki ⁶⁾ H.E.S.*	Replacement (as measured)	Chaff charcoal	×	Sponge	Polypropylene	Time-switch
Hail	Self-development	Supplement (fixed ratio)	Chaff charcoal	×	Sponge	Polypropylene	Time-switch
Taejeon	Self-development	Supplement, Replacement	Chaff charcoal	Temporary plant(1week)	Sponge	Polypropylene	Time-switch
Youljeon	Won deuk sang ²⁾	Supplement (fixed ratio)	Chaff charcoal	×	Sponge	Polypropylene	Time-switch
Misa	Self-development	Supplement (fixed ratio)	Chaff charcoal	×	Sponge	Polypropylene	Time-switch
Choi	Yamajaki ⁶⁾	Replacement (per 2 days)	Sponge	×	Sponge	Polypropylene	Time-switch
Bongyang	Self-development	Supplement, Replacement	Chaff charcoal	×	Sponge	Polypropylene	Time-switch
Buki	Purchase	Supplement (fixed ratio)	Purchase	Temporary plant(1week)	Sponge	Polypropylene	Time-switch
Baekgu	Yamajaki + self-development	Replacement (per 15 days)	Chaff charcoal	Temporary plant(1week)	Sponge	Paper box	Time-switch
Keumcheon	Yamajaki + self-development	Supplement (fixed ratio)	Chaff charcoal	×	Chaff charcoal	Paper box	Time-switch
Jicheon	Yamajaki ⁶⁾	supplement (deficit)	Chaff charcoal	×	Sponge	Polypropylene	Time-switch
Eonyang	Controller**	Auto-control	-	×	Planting a cutting	Paper box	Time-switch
Daeseong	Yamajaki ⁶⁾ H.E.S.*	Supplement (fixed ratio)	Chaff charcoal	×	Sponge	Styrofoam box	Time-switch

Note : * Horticultural Experiment Station.

** Nutrient solution controller(made in Japan 太陽興業)

- Amount of water, A solution and B solution are automatically mixed by controller.

境調節에 대한 認識을 하고 있을 뿐, 대다수는 그 必要性을 느끼지 못하고 있었으며, 人力이 많이 들어가는 收穫이나 包裝 等に 있어서의 自動化 技術 開發에 대한 要求가 상당히 많은 것으로 나타났다.

이상에서 살펴본 바와 같이 현재 국내의 養液 栽培 실행농가들은 많은 문제점을 내포하고 있

으며, 따라서 그 보급 추세도 추춤한 상태에 있다. 그러므로 앞으로의 확대 보급 및 보다 안정적인 環境條件의 실현을 위하여는 많은것을 개선해야 함과 아울러 이 분야의 관심유도 및 연구 노력이 절실히 요청된다 하겠다. 특히 재배시설의 개선, 우리의 실정에 맞는 養液栽培 시스템의 開發, 養液栽培 環境調節을 위한 계측기기의 적

Table 7 Actual state of environmental measurement.

Regions	Temperature	Humidity	Nutrient sol temperature	Nutrient sol concentration	pH	Disolved oxygen	CO ₂ Light
Youlhyeon	Liquid-in-glass thermometer	×	Liquid-in-glass thermometer	EC meter	×	×	×
Hail	Liquid-in-glass thermometer	Wet & dry bulb hygrometer	Liquid-in-glass thermometer	EC meter	×	×	×
Taejeon	Liquid-in-glass thermometer	×	×	EC meter	pH meter	×	×
Youljeon	×	×	Liquid-in-glass thermometer	×	×	×	×
Misa	Liquid-in-glass thermometer	×	Liquid-in-glass thermometer	×	×	×	
Choi	×	×	×	×	×	×	×
Bongyang	Liquid-in-glass thermometer	×	Liquid-in-glass thermometer	×	×	×	×
Buki	Liquid-in-glass thermometer	×	Liquid-in-glass thermometer	×	×	×	×
Baekgu	Liquid-in-glass thermometer	×	Liquid-in-glass thermometer	EC meter	pH meter	×	×
Keumcheon	Liquid-in-glass thermometer	×	×	×	×	×	×
Jicheon	Digital thermometer	×	Digital thermometer	EC meter	pH meter	DO meter	×
Eonyang	Digital thermometer	×	×	EC meter	×	×	×
Daeseong	Liquid-in-glass thermometer	×	Liquid-in-glass thermometer	Ec meter	pH meter	×	×

절한 활용 기술의 開發 및 栽培 環境 管理 技術의 開發이 시급히 이루어져야 할 것으로 思料된다.

IV. 結論 및 要約

우리나라의 養液栽培 適用過程에서 보다 安定的인 環境條件의 實現을 위한 基礎資料를 얻고자 실시한 國內 養液栽培 實行農家の 實態調査 結果를 要約하면 다음과 같다.

- 1) 國內 養液栽培 農家は 13농가에 栽培面積은 약 6ha로 나타났으며, 栽培方式은 담액순환 방식, NFT방식이 대부분이었고 礫耕, 훈탄

경, Rockwool경 등이 있었다.

- 2) 溫室은 대부분 펜타이트 파이프 골조에 폴리 에틸렌필름을 사용한 아치형 플라스틱 온실이었고, 재배베드는 블록, 콘크리트, 스티로 폴 등으로 簡易 製作한 것으로 規格化된 製品은 거의 없었다.
- 3) 재배베드와 더불어 양액탱크나 펌프의 용량 등도 농가마다 큰 차이를 보이고 있어서, 우리의 실정에 맞는 養液栽培 시스템의 開發 및 施設의 改善을 위한 研究가 필요할 것으로 思料된다.
- 4) 培養液管理에 있어서 計測에 의해서 濃度를

Table 8. Actual state of environmental management

Regions	Temperature	Humidity	Nutrient solution temperature	Nutrient sol concentration	Dissolved oxygen	pH, CO ₂ Light
Youlhyeon	Water curtain Sun shading curtain	×	Briquet boiler	×	Air pump	×
Hail	Water curtain	×	Electric boiler	×	×	×
Taejeon	Water curtain	×	×	×	×	×
Youljeon	Thermal curtain	×	Oil boiler	×	×	×
Misa	Water curtain Thermal curtain	Heater*	Briquet boiler	×	×	×
Choi	Water curtain	×	×	×	×	×
Bongyang	Water curtain	×	Ground water	×	×	×
Buki	Water curtain	×	×	×	×	×
Baekgu	Fan heater, Water curtain	×	Time control**	×	×	×
Keumcheon	Fan heater, Water curtain	×	×	×	×	×
Jicheon	Fan heater	×	×	×	×	×
Eonyang	Oil boiler	×	Heating bed (boiler)	Controller	×	×
Daeseong	Water curtain Thermal curtain	×	Heating bed (ground water)	×	×	×

Note : * Heater to remove moisture.

** Control staying time on the bed

調節해 주는 농가는 거의 없었고, 대부분이 一定比率로 補充해 주거나 몇일 間隔으로 全體를 交換해주고 있었다.

- 5) 環境의 計測은 유리봉온도계에 의한 溫度 및 液溫計測 정도 뿐이었고 一部 다른 計測器를 保有한 農家는 있었으나 連續的인 計測을 하는 農家는 전혀 없었으며, 養液栽培 環境調節을 위한 計測器機의 適切한 活用技術의 開發이 必要할 것으로 判斷되었다.
- 6) 대부분이 保溫, 自然換氣 等の 環境管理 밖에 수행되고 있지 않아 매우 劣惡한 環境下에서 栽培가 이루어지고 있으므로, 施設의 改善과 아울러 適切한 栽培 環境 管理 技術의 開發이 切實히 要求된다.

參 考 文 獻

1. 안학수, 김용철, 이경희. 1983. 수경재배 기술 개설. 일조각.
2. 원득상. 1987. 수경재배와 경영관리. 현대농업기술 제27집.
3. 이경희. 1987. 양액재배의 실제와 전망. 현대농업기술 제27집.
4. 이영희. 1988. 수경재배기술. 도서출판 대학서림.
5. 高橋和彦. 1986. 養液栽培의 現狀と今後の展望. 農業および園藝 61(1) 別冊: 14-20.
6. 山崎背哉. 1982. 養液栽培全篇. 博友社.
7. 山崎背哉. 1986. 養液栽培技術의 發展經過と

- 今後の方向. 農業および園藝 61(1) 別冊 : 27-34.
8. 矢吹萬壽 外. 1983. 施設園藝學. 朝倉書店.
9. 安井秀夫. 1986. 固形培地式養液栽培の理論. 農業および園藝 61(1) 別冊 : 67-79.
10. 田中和夫 外. 1985. 養液栽培の現状と新たな展開. 農業および園藝 60(8) : 91-97.
11. 板木利降. 1986. 循環式水境栽培の理論. 農業および園藝 61(1) 別冊 : 35-41.
12. Cooper, A.J. 1979. The ABC of NFT. Grower Books. London.
13. Mastalesz, J.W. 1977. The Greenhouse Environment. John Wiley & Sons. New York.

학 회 광 고

한국농업기계학회지에 게재할 원고를 다음과 같이 모집하오니 많은 투고 있으시길 바랍니다.

-아 래-

1. 원고의 종류 : 논문, 자료, 신간소개, 강좌 등
2. 원고작성요령 : “아래한글” 또는 “보석글”을 사용하여 워드프로세스하여 디스켓에 수록하고 사용한 한글의 소프트웨어를 명기하여 우송함.
3. 원고접수 : 수시접수(원고 제출부수는 원본포함 3부와 디스켓. 16권 3호에 게재할 원고는 8월 20일까지)
4. 제 출 처 : 441-744, 경기도 수원시 권선구 서둔동 103
서울대 농대 농공학과내 한국농업기계학회