

전북지역 양액재배 농가의 원수 수질 분석¹⁾

배종향 · 이용범*

원광대학교 생명자원과학대학 원예학과

*서울시립대학교 문리과대학 환경원예학과

Analysis of Well Water Quality for Hydroponic Farms in Chollabuk-do Area

Bae, Jong Hyang · Lee, Yong Beom*

Dept. of Hort. Wonkwang Univ., Iksan 570-749

*Dept. of Env. Hort. Seoul City Univ., Seoul 130-743

Abstract

This analysis has been conducted to get some basic data of the composition of culture solution mostly in inorganic ions, and water quality in hydroponic farms in Chollabuk-do.

pH range was shown from 6.00 to 7.65 and the average was 6.58. EC range was shown from 0.01 to 0.94 mS/cm and the average was 0.28 mS/cm. Na concentration ranged from 4.71 to 145.44 ppm and Cl concentration ranged from 0 to 171.80 ppm were shown and their average were 24.24 ppm and 26.33 ppm, respectively. Na and Cl concentrations were higher as 7.7%, compared to those of other farms, which could cause the salt accumulation in the substrate mats. K, Ca and Mg concentrations were ranged from 0.93 to 17.38 ppm, 2.29 to 34.30 ppm and 0.70 to 18.61 ppm, respectively. Average concentrations were 3.06 ppm in K, 13.00 ppm in Ca and 4.91 ppm in Mg. SO₄ and PO₄ concentration ranged from 0.63 to 59.79 ppm and 0 to 4.28 ppm were shown and their average were 18.11 and 0.51 ppm. Cu concentration was ranged from 0 to 0.32 ppm and 0 to 6.22 ppm in Zn concentration. Their average were 0.02 ppm and 0.52ppm, respectively.

키 워 드 : 양액재배, 토양재배, 원수 수질, 고품배지경, 무기이온, 전기전도도

Key words : hydroponics, soil culture, well water quality, substrate culture, mineral nutrient, electric conductivity

서 언

전라북도는 행정상 8개군, 6개시로 구성되

어 우리나라 중서남부에 위치하며 소백산맥과 노령산맥이 가로지르고 있어 태풍과 같은 천재가 비교적 적고 주로 수도작물을 중심으로

¹⁾ 이 논문은 96학년도 원광대학교 학술연구조성비(교비) 지원에 의한 연구 논문임.

논농사가 이루어 지고 있다⁶⁾. 경지면적은 233.7ha이며, 년평균 기온은 12.6℃, 연간 강수량 1,200mm, 무상일수는 184일이다. 우리 나라가 실질적인 경영규모로 양액재배가 시작된 것은 1980년이며, 그 이후로 급속한 확대가 이루어져 1995년도에는 168ha인데 전라북도는 고흥배지경 11.9ha, 비고형배지경 0.1ha의 면적에서 토마토, 방울토마토, 상추, 고추, 장미등이 재배되고 있다³⁾.

양액재배에서 수질검사는 작물생산의 성패를 좌우하는 열쇠가 된다. 그러므로 양액재배를 시작하려는 농가나 토양재배에서 양액재배로 전환하려는 농가는 반드시 원수를 검사하여야 한다. 원수로써 사용되는 물은 주로 지하수, 하천수, 수돗물, 빗물 등이며 병원균을 함유하지 않은 것을 원칙으로 하므로 우리나라에서는 대부분 지하수를 이용하고 있다^{7,9)}.

양액재배에 이용되는 용수는 순수한 물이 이상적이지만 가능한 용수중 무기성분 농도가 낮은 것이 좋다. 그러나 지하수의 경우는 Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, HCO₃ 등이 많을 수 있고 해안에 가까운 곳에서는 Na나 Cl이 많이 함유되어 있는 경우가 많다. 간혹 지역에 따라 Cd, Pb, Co, Cr, Ni, As과 같은 중금속이 함유되면 작물에 대한 장해 뿐아니라 생산물이 중금속에 오염될 수 있으므로 이들 이온이 함유되지 않아야 한다. 또한 식물의 필수원소라도 무기이온 함량의 허용농도는 재배대상작물이나 양액재배방법에 따라 사용할 수 있는 폭에 차이가 있다⁹⁾. 국내의 양액재배면적은 최근들어 급격한 증가 일로에 있는 반면 양액재배를 하려는 농가는 이러한 근본적인 문제를 검토하지 않고 배양액을 조성하여 작물을 재배하고 있는 관계로 양액재배 중에 각종 생리장해가 나타나고 있어 작물재배에 많은 어려움을 겪고 있다.

따라서 본 조사는 전라북도 양액재배 26개 농가의 원수를 채취하여 무기이온을 중심으로 한 수질상태를 분석하여 배양액 조성에 필요한 기초자료를 얻기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

원수는 전라북도 내의 양액재배 농가 18개 농가와 토양재배에서 양액재배로 전환하려는 8개 농가를 방문하여 1996년 7월부터 8월까지 지하 관정에서 5~10분 정도 퍼낸 후 채취하여 사용하였다. 분석 및 측정방법으로 pH는 pH meter(TOA, HM-20E), 전기전도도는 EC meter(TOA, CM-20E)를 이용하여 측정하였다. Na, K, Ca, Mg, Cu, Zn은 수질오염, 폐기물공정시험방법⁵⁾ 및 APHA¹¹⁾의 방법에 준하여 전 처리한 후 원자흡광분석기를 이용하여 분석하였으며, SO₄, Cl, PO₄은 이온크로마토그래피(IC DX-100, Dionex)로 정량하였다.

결과 및 고찰

전라북도 농가의 원수 수질 분석 결과에서 pH 수준은 6.00~7.65까지 분포하여 평균 6.58을 나타냈으며, 이 결과를 분포도로 나타내면 6.0~7.0범위가 76.90%로 가장 높았다(그림 1-A). 이 결과는 일본 양액재배 수질기준⁸⁾과 우리나라 양액재배 수질기준²⁾인 pH 5~8과 비교할 때 조사 농가들이 이 범위 내에 분포하므로 pH는 비교적 안전한 것으로 조사되었다.

EC의 함량 범위는 0.01~0.94mS/cm로서 농가마다 비교적 다양하게 분포하였고, 평균 0.23mS/cm이었다(그림 1-B). 이 결과는 일본 양액재배 원수 수질기준⁸⁾과 우리나라 양액재배 수질기준(양액재배전용비료사용 기준)²⁾인 0.3mS/cm을 상회한 농가가 30.8%, 네덜란드 원수 수질기준³⁾과 우리나라 양액재배 수질기준(단비를 이용한 배양액 조성 기준)²⁾인 0.5mS/cm을 상회한 농가가 15.4%로 나타났다. 이와같이 EC가 기준치를 상회한다는 것은 원수 내에 Na, Cl 및 기타 이온의 농도가 높음을 의미하므로 이들 농가는 배양액 조성 및 관리에 좀더 깊은 배려가 필요하고, 특히 양액재배 전용 복합비료나 배양액을 권장 농도로 사용하는 것은 작물재배에 커다란 위험

성이 다르므로 가급적 자제한다. 그러므로 배양액을 조성하려면 먼저 원수를 정확히 분석하여 조성코져 하는 기준농도에서 원수로서 공급되는 성분량 만큼씩을 빼고 난 다음에 나머지 양을 공급함이 바람직하리라 생각된다¹⁰⁾.

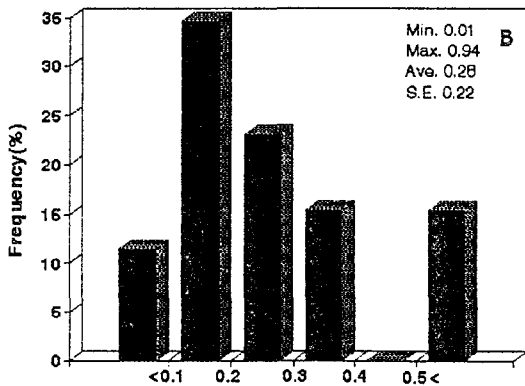
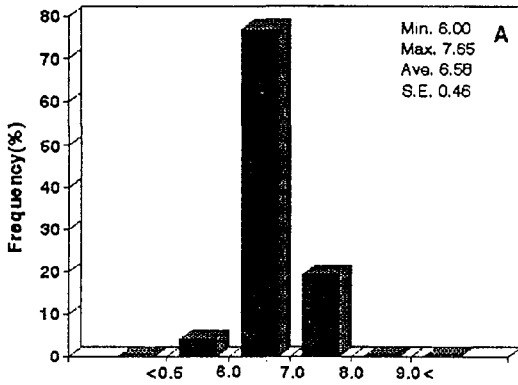


Fig. 1. Frequency distribution of pH(A) and EC (B) for water quality of hydroponic farms in Chollabuk-do area.

Na와 Cl은 식물에 흡수되는 양이 적으므로 용수 속의 농도가 높으면 배양액이나 락올베트 내에 집적하기 쉬운데 본 조사의 Na과 Cl의 함량 범위는 4.71~145.44 ppm과 0~171.80 ppm 내에서 각각 분포하였으며, 평균 24.24 ppm과 26.33 ppm이었다. 이 결과를 분포도로 나타내면 Na은 34.5 ppm 이하에서 대부

분의 농가가 분포하였지만 7.7%의 농가는 145 ppm을 상회함을 알수 있었고, Cl은 60 ppm 이하에서 92.3%의 농가가 분포되어 가장 높았지만 Na와 마찬가지로 7.7%의 농가는 100 ppm을 상회하였다(그림 2-A,B). Na의 경우 네덜란드 원수 수질기준에서 NFT와 같은 순수 수경재배의 기준³⁾인 34.5 ppm을 11.60%의 농가가 상회하였고, 고행배지경의 기준인 11.5 ppm을 53.80%의 농가가 상회하였고, 우리나라 원수 수질 기준인 경우 단비로 이용할 때 NFT와 같은 순수 수경재배와 고행배지경의 기준인 30 ppm을 19.2%의 농가가 상회하였다. Cl은 네덜란드 원수 수질기준³⁾인 35.5 ppm을 15.4%의 농가가 상회하였고, 우리나라 원수 수질 기준인 경우 단비로 이용할 때 NFT와 같은 순수 수경재배와 고행배지경의 기준²⁾인 30 ppm을 19.2%의 농가가 상회하였다. 이처럼 기준을 상회한 농가는 배양액 조성시 원수를 그대로 이용하게 되면 배양액과 근권내의 EC를 높이고, 침투압이 상승하여 뿌리의 흡수능력이 저하될 뿐만 아니라 토마토의 경우는 Ca 흡수가 불량하여 배꼽썩음과 발생하며, Na이 80 ppm 이상인 원수를 사용할 경우는 K 결핍증이 발생한다는 보고도 있어 주의를 요한다⁴⁾. 배지경에서는 염류집적의 우려가 대단히 높기 때문에 수돗물과 혼용 또는 전면적으로 수돗물이나 빗물의 사용을 고려하며, 배지를 수시로 다량의 물로 씻어 줄 필요가 있다. 이와같이 용수 속에 있는 과잉된 염류를 감소시키기 위해서는 역삼투법, 증류법, 이온교환법, 전기투석법과 같은 방법이 있지만 이들은 경제적인 측면에서 충분한 고려가 필요하다^{9,10)}.

K의 함량 범위는 0.93~17.38 ppm 내에 분포하였으며, 평균 3.06 ppm이었다. 이 결과를 분포도로 나타내면 4.0 ppm 이하가 92.4%로써 대부분의 농가가 조사되었다(그림 3-A). Ca의 함량 범위는 2.29 3.30 ppm 내에서 분포하였으며, 평균 13.00 ppm이었다. 이 결과를 분포도로 나타내면 40 ppm 이하가 100%로 가장 높았다(그림 3-B). Mg의 함량범위는 0.70 18.61 ppm 내에서 분포하였으며, 평

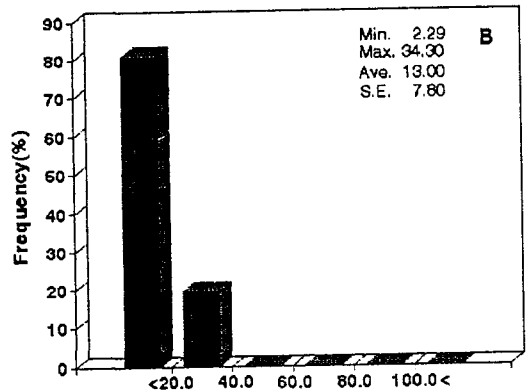
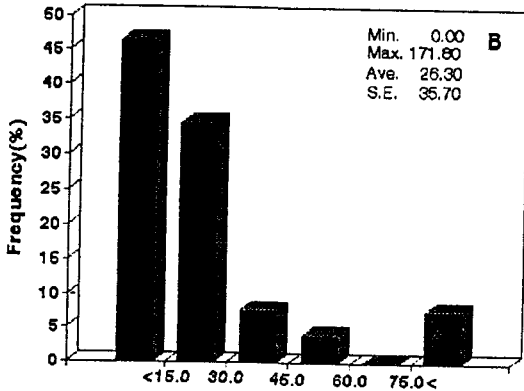
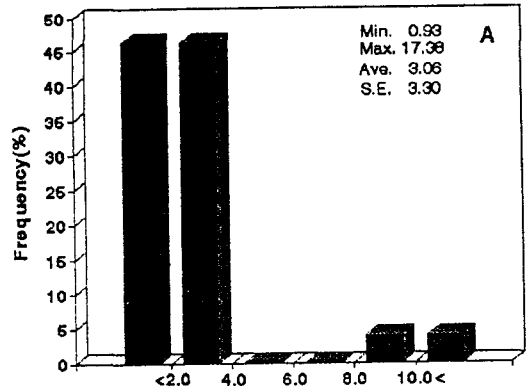
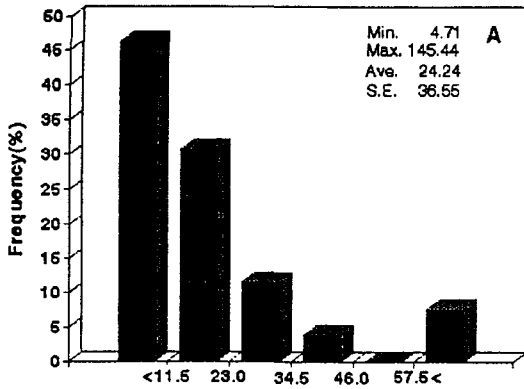


Fig. 2. Frequency distribution of Na(A) and Cl (B) for water quality of hydroponic farms in Chollabuk-do area.

균 4.91 ppm이었다. 이 결과를 분포도로 나타내면 10 ppm 이하가 92.3%로서 대부분의 농가가 조사되었다(그림 3-C). Ca 조사 결과는 일본 양액재배 원수 수질기준⁵⁾인 40 ppm, 네덜란드 원수 수질 기준³⁾인 80 ppm, 우리나라 원수 수질 기준인 경우 단비로 이용할 때 NFT와 같은 순수 수경재배와 고행배지경의 기준²⁾인 각각 60 ppm과 40 ppm을 상회한 농가는 전혀 조사되지 않았다. Mg 조사 결과도 네덜란드 원수 수질기준³⁾인 12 ppm을 7.7%, 일본 양액재배 원수 수질기준⁵⁾과 우리나라 원수 수질 기준²⁾인 20 ppm을 상회한 농가는 전혀 조사되지 않은 것으로 보아 전라북도 내

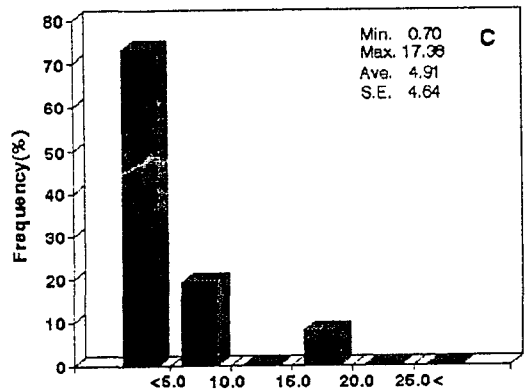


Fig. 3. Frequency distribution of K(A), Ca(B) and Mg(C) for water quality of hydroponic farms in Chollabuk-do area.

원수중의 K, Ca과 Mg 함량은 비교적 안전한 것으로 조사되었다.

SO₄의 함량 범위는 0.63~59.79 ppm 내에서 분포하였으며, 평균 18.11 ppm이었다. 이 결과를 분포도로 나타내면 8.0 ppm 이하가 50.0%로 가장 높았다(그림 4-A). 이는 경남을 중심으로 한 일부 지역에서는 유황함량이 100ppm을 상회하는 농가에서 양액조성이 필요한 반면에 전북에서는 큰 영향이 없는 것으로 나타났다¹⁴⁾. PO₄의 함량 범위는 0~4.28 ppm 내에서 분포하였으며, 평균 0.51 ppm이었다. 이 결과를 분포도로 나타내면 0.3 ppm 이하가 50.0%로 가장 높았다(그림 4-B). SO₄ 조사결과는 네덜란드 원수 수질기준²¹⁾인 48.1 ppm과 비교할 때 상회한 농가는 7.7%로 나타났으며, 우리나라 원수 수질 기준인 경우 단비로 이용할 때 NFT와 같은 순수 수경재배 기준²²⁾인 100ppm과 고품배지경의 기준²³⁾인 40 ppm을 상회한 농가는 각각 0%와 7.7%로 나타나 전라북도 내의 SO₄의 함량은 원수로서 적합하였다.

Cu의 함량 범위는 0~0.32 ppm 내에서 분포하였으며, 평균 0.02 ppm이었다. 이 결과를 분포도로 나타내면 0.03 ppm 이하가 92.3%로서 가장 높았다(그림 5-A). Zn의 함량 범위는 0~6.22 ppm 내에서 분포하였으며, 평균 0.52 ppm이었다. 이 결과를 분포도로 나타내면 0.15 ppm 이하가 69.2%로서 가장 높았다(그림 5-B). Cu의 조사결과는 네덜란드 원수 수질기준²¹⁾인 0.06 ppm을 상회한 농가가 7.8%로 나타났다. Zn의 조사결과는 네덜란드 원수 수질기준²¹⁾인 0.3 ppm과 우리나라 원수 수질 기준²¹⁾인 0.5 ppm을 상회한 농가가 각각 19.2%로 나타났다. 이와 같이 원수 내에 Cu와 Zn과 같은 미량요소가 원수 내에서 기준을 상회할 경우는 용수로서 배양액을 조성하게 되면 재배 중에 권근부의 배양액 산도가 낮아짐으로 인한 이들의 급속한 흡수가 이루어져 재배작물은 과잉장해를 일으킨다²⁴⁾. 그러므로 배양액 조성시 필요량에서 원수 내에 함유된 양만큼을 빼고 희석하던가 첨가량을 줄이는 것이 바람직하다.

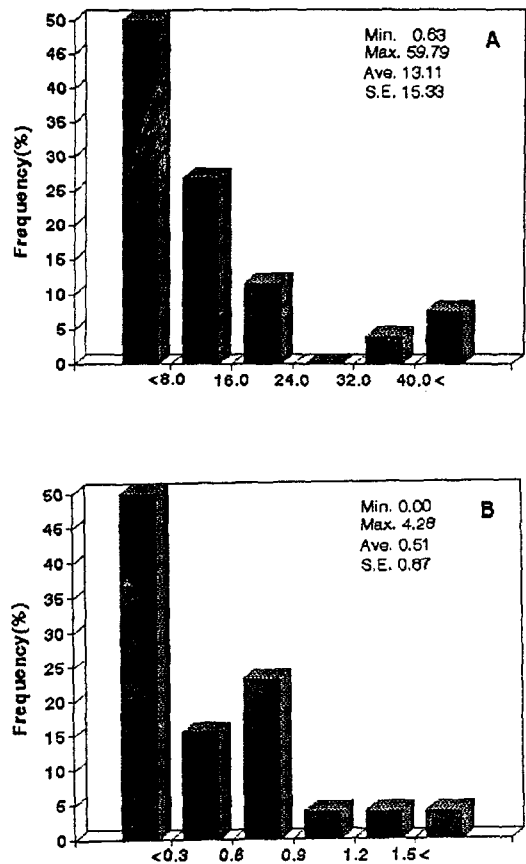


Fig. 4. Frequency distribution of SO₄(A) and PO₄(B) for water quality of hydroponic farms in Chollabuk-do area.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 전라북도 내의 용수내 pH, K, Ca, Mg, SO₄와 PO₄는 일본, 네덜란드와 우리나라의 원수 수질 기준을 상회하지 않아서 비교적 안정된 원수로 밝혀졌지만 Na와 Cl은 일부 조사지역에서 일본, 네덜란드와 우리나라의 원수 수질 기준을 상회할 뿐만아니라 다량이 검출되어 이들 농가는 양액재배를 위한 원수를 확보하는데 학계, 연구소, 지도소 등의 충분한 자문을 구하는 등 다각적인 검토가 있어야 될 것으로 나타났다.

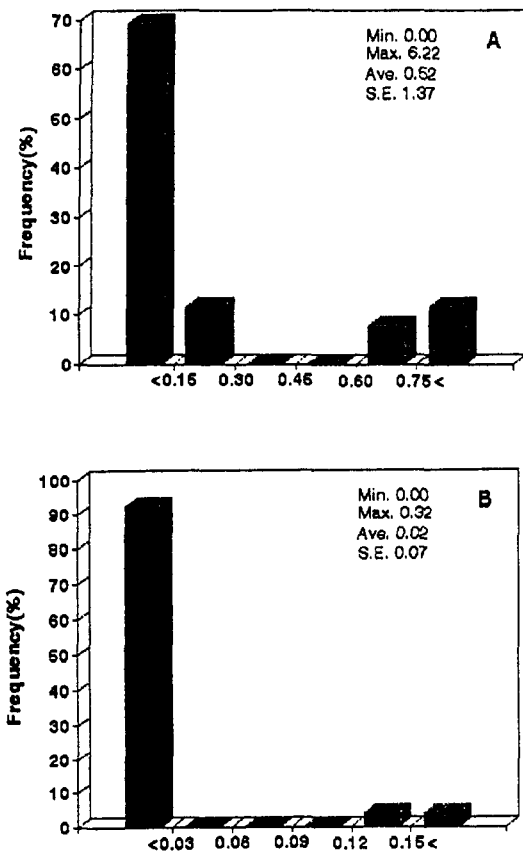


Fig. 5. Frequency distribution of Zn(A) and Cu (B) for water quality of hydroponic farms in Chollabuk-do area.

적 요

본 조사는 전라북도 양액재배 26개 농가의 원수를 채취하여 무기이온을 중심으로 한 수질상태를 분석하여 배양액 조성에 필요한 기초자료를 얻기 위하여 수행하였다.

양액재배에 이용되는 원수의 수질 분석 결과에서 pH의 수준은 6.00~7.65로서 평균 6.58이었다. 전기전도도(EC)의 분포범위는 0.01~0.94 mS/cm로서 평균 0.23 mS/cm이었다. Na과 Cl의 분포범위는 각각 4.71~145.44 ppm, 0~171.80 ppm로서 평균 24.24 ppm,

26.33 ppm이었다. 7.7%의 농가가 Na과 Cl의 함량이 다른 농가와 비교할 때 대단히 높게 조사되어 이들 농가의 원수 수질은 부적합하였다. K, Ca 및 Mg의 분포범위는 각각 0.93~17.38 ppm, 2.29~3.30 ppm 및 0.70~18.61 ppm로서 평균 3.06 ppm, 13.00 ppm 및 4.91 ppm이었다. SO₄과 PO₄의 함량 범위는 각각 0.63~59.79 ppm과 0~4.28 ppm로서 평균 18.11 ppm과 0.51 ppm이었다. Cu와 Zn의 함량 범위는 0~0.32 ppm과 0~6.22 ppm로서 평균 0.02 ppm과 0.52 ppm이었다.

인 용 문 헌

1. APHA, AWWA, WPCF. 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA. N. V.
2. 배종향, 조영렬, 이용범. 1995. 양액재배농가의 원수 수질조사. 생물생산시설환경. 4(1) : 80-88.
3. Benoit, F. 1992. Practical guide for soilless culture techniques. European vegetable R & D Centre. pp. 2-6.
4. 伊達修一. 1994. やさしい養液栽培-水質について-. ハイドロポニックス. 8(2) : 88-91.
5. 동화기술. 1992. 수질오염, 폐기물 환경공정시험방법.
6. 진성계. 1995. 호남지역 원예작물 발전방안. 호남농업시험장. pp. 68-91.
7. 전국농업기술자협회. 1995. 현대농업기술. 43 : 60-75.
8. 全國農業協同組合聯合會施設,資材部. 1990. ロックウール栽培の手引き. pp. 204-207.
9. 加藤俊博. 1994. 切り花の養液管理. 農文協. pp. 36-49.
10. 北原 勝. 1993. 養液栽培農家への援助の経過と今後の課題. ハイドロポニックス. 7(1) : 29-31.
11. 正森啓司. 1993. 原水の重炭酸イオン及びpHを考慮した培養液調査法. ハイドロポニ

- ックス. 7(1) : 35-37.
12. 이용범. 1996. 원수 수질분석과 양액조성 이론. 한국양액재배연구회. pp. 21-33.
13. 나우현. 1996. '96 양액재배 기술교육, 양액재배 현황과 문제점. 한국양액재배 연구회. pp. 1-10.
14. 신원교. 1996. 실용적인 양액재배 기술, - 경남의 양액재배 현황과 발전방향. 한국양액재배 연구회 '96 국제 심포지움. pp. 1-21.