

친환경 시설채소 생산과 상품화 방안

한국은실작물연구소

소장 서 범 석

I. 서 언

최근, 친환경농업에 대한 생산자, 소비자의 관심이 고조되면서, 우리 농업의 정책 기조도 다각적 측면에서 친환경농업 확대에 관련된 시책사업 추진으로 무게 중심을 옮겨가고 있다.

특히, 소비자가 친환경농산물은 곧 웰빙(well-being, 참살이)식품으로 인식하면서, 친환경농산물은 기대 이상으로 높은 가격에 판매되고 있는 상황이다. 농지면적이 많은 지방자치단체의 상당수가 친환경농업 확대를 위한 다양한 아이디어를 정책사업으로 연계 추진하면서, 지역간 차별화를 피하고 있는 것도 사실이다.

그러나, 친환경농업을 담당하는 실제 농업인은 정부가 지나치게 생산면적 확대에만 치중하면서 유통시장에 대한 대책이 미흡하지 않느냐는 지적이 나오고 있다. 그러한 사실을 반영하듯 일부 친환경농산물 품목은 일반농산물중심으로 경되는 도매시장에 상장되면서, 일반농산물에 비하여 경매가격이 오히려 낮은 사례도 발생하고 있다.

한편, 우리농산물의 수출농업 확대를 위해서는 국제규격에 적합하도록 GAP(good agricultural practice, 우수농산물품질규제기준) 가이드라인이 설정되고, 소비자(바이어)가 우리 농산물을 신뢰할 수 있도록 생산이력관리, 유통이력관리의 시행을 서둘러야 한다. GAP의 가장 큰 목표가 생물학적 요인이며, 유기농자재가 자가 또는 소규모업체의 제조과정에서 발생하는 여러 가지 생물학적 결함 요인에 대한 대응을 서두르지 않는다면 우리 농산물은 국내나 해외 소비자에게 신뢰 받지 못하게 된다는 점을 분명히 할 필요가 있다.

이외에도 채소의 질산염 규제기준의 불비, 유기농자재(생물농약, 생물비료, 유기종묘)의 부족, 유기농자재의 과학적 제조방법의 미비, 마케팅 여건 등은 먼저 해결되어야 하며, 우리나라 여건에 적합한 친환경 유기농업 모델로 발전하지 않으면 안된다.

중앙정부나, 지방자치단체가 슬로건으로 제시하는 친환경농업 목표가 2010년 이내에 현재 사용하는 화학비료량의 1/3수준으로 낮추겠다는 것인데, 이 목표를 달성하기 위해서는 물과 비료의 사용량을 함께 낮추는 것이 필요하며, 이를 효과적으로 달성할

수 있는 영농기술이 관비재배이며, 더 나아가 수경재배방법이다. 수출채소의 대부분이 관비재배, 수경재배방법으로 재배되어 수출되고 있으며, 사용하고 있는 비료의 종류도 과거 관행재배에 이용되는 토양의 화학적스트레스(염류집적, 토양산성화)의 원인이 되는 이온이 적거나 없는 무스트레스형 비료로써, 인위적으로 비료의 공급량과 배출량을 조절할 수 있는 가장 경제적이고, 친환경적이며, 안전한 농산물을 재배할 수 있는 농업기술임은 세계적으로 인정되고 있다.

또한, 정부가 2010년까지 목표한대로 친환경농산물 비중을 10% 수준으로 높이기 위해서는 친환경농산물에 대한 유통체제를 개선함과 동시에 친환경농산물의 생산성과 농가의 소득지지정책을 마련하는 등 대안이 필요하다.

머지않은 나라 중국의 예를들면, 국토면적의 1/8에 상당한 면적이 자연적 유기농 지로써 최근, 상상을 초월한 면적의 유기농채소재배가 시작되었고, 겨울에 극한의 온도로 낮아져서 식물 병해충, 바이러스는 자연 소멸된다. 그 곳에서 생산된 유기농 신선채소, 가공품은 곧 유럽의 품질인증을 받고 국내에도 수입될 계획으로 사업 추진이 본격화되고 있는 것으로 파악되고 있다.

이제 우리 농업과 농업기술의 다양성이 존중되면서 친환경농업이 본래 취지대로 농업, 농촌소득을 높이고, 후대에 안전한 토양, 물, 농업생산기술을 계승하면서 지속 발전해 갈 수 있도록 하는데 역량을 결집해야 할 때이다.

여기에서는 첨단과학영농기술이 결합된 시설채소의 친환경적 생산기술과 기능성 강화를 통한 상품화를 통하여 우리 친환경농업, 친환경농산물의 경쟁력을 강화하는 방안에 대하여 논의하고자 한다.

II. 본 론

1. 친환경농업 정의

친환경농업(environment-friendly agriculture)은 농업과 환경을 조화시켜 농업 생산을 지속 가능하게 하는 농업형태로서, 농업생산의 경제성 확보, 환경보전 및 농산물의 안전성 등을 동시에 추구하는 농업으로써, 환경보전과 지속적인 농업생산을 동시에 추구하는 포괄적인 개념으로 환경친화적인 농업을 축약하여 친환경농업이라 쓰고 있다. 실제적으로 친환경농업은 저투입농업과 정밀농업 및 유기농업을 포괄하고 있으며, 유사한 개념으로 저투입지속농업, 균형투입지속농업, 대체농업 등을 들 수 있다.

2. 친환경농산물의 위상

2004년말 기준으로 국립농산물품질관리원 통계에 의하면 환경농업실천 농가는 28,951농가이며, 재배면적은 28,216ha로 2003년도 우리나라 전체 농경지면적 1,835.6천ha와 비교할 경우 친환경농산물 인증면적은 1.54%에 불과하다.

친환경농업은 농업과 환경을 조화시켜 농업의 생산을 지속가능하게 하는 농업형태로써 농업생산의 경제성을 확보하고 환경보전 및 농산물의 안전성 등을 동시에 추구하는 것이 목적이다. 그러나, 농업생산 현장에 채택되고 있는 친환경농업기술은 주로 관련 민간단체를 중심으로 개발 장려되어 오면서, 환경보전형농업에 대한 개념이나 방식 등 체계적으로 정립된 기준이 마련되지 않은 채 이루어지고 있으며 특히, 대부분의 시설채소 농가는 환경제어장비를 갖추지 않은 채 시비, 방제용 농자재는 과학적으로 검증이 않된 상태로 제조, 이용하고 있어 이들에 의한 피해 발생은 고스란히 농민의 부담으로 남을 수 밖에 없다.

[표 1] 연도별, 품목별 친환경농산물 품질인증 추이

| 년도 | 친환경농산물 | | | 품목별 인증량(톤) | | | | | |
|------|------------|------------|------------|------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | 농가수 (호) | 면적 (ha) | 인증량 (톤) | 채소류 | 과실류 | 특작류 | 곡류 | 서류 | 기타 |
| 2004 | 28,951 | 28,216 | 460,735 | 199,159 | 151,074 | 9,499 | 45,980 | 11,117 | 43,906 |
| 2003 | 23,301 | 22,238 | 365,203 | 174,514 | 120,195 | 33,674 | 28,755 | 7,868 | 197 |
| 2002 | 11,892 | 10,754 | 200,374 | 104,205 | 57,956 | 17,306 | 12,243 | 5,183 | 3,481 |
| 2001 | 4,678 | 4,554 | 87,279 | 56,095 | 18,451 | 6,020 | 3,778 | 2,630 | 305 |
| 2000 | 2,448 | 2,039 | 35,406 | 25,470 | 5,719 | 2,168 | 1,119 | 930 | - |

(주) 국내 생산자 인증품으로 제한함.

2000년에 비하여 2004년에 친환경농산물 인증농가수는 11.8배, 면적으로는 13.8배, 인증물량으로는 13배로 늘어났으며, 채소류의 인증물량은 7.8배, 곡류는 41배, 과실류는 26배가 증가하였다.

특히, 주의 깊게 보아야 할 내용은 수입자에 의한 인증농산물로 2003년 5건, 8농가의 2,327ha, 904톤에 비하여 2004년에는 31건, 34농가의 10,742ha, 5,313톤으로 전량 유기농산물로 인증되어 2003년에 비하여 물량은 5.8배 증가하였다.

[표 2] 2004년도 친환경농산물의 인증등급별 현황

| 품 목 | 계 | | 유기농산물 | | 전환기 유기농산물 | | 무농약 농산물 | | 저농약 농산물 | |
|-----|---------|----------------|--------|----------------|-----------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|
| | 톤 | % ¹ | 톤 | % ² | 톤 | % ² | 톤 | % ² | 톤 | % ² |
| 곡 류 | 45,980 | 9.98 | 3,032 | 6.6 | 3,769 | 8.2 | 27,788 | 60.4 | 11,391 | 24.8 |
| 과실류 | 151,074 | 32.79 | 786 | 0.5 | 1,695 | 1.1 | 6,138 | 4.1 | 142,455 | 94.3 |
| 채소류 | 199,159 | 43.23 | 18,505 | 9.3 | 6,571 | 3.3 | 73,835 | 37.1 | 100,248 | 50.3 |
| 서 류 | 11,117 | 2.41 | 840 | 7.6 | 1,216 | 10.9 | 6,247 | 56.2 | 2,814 | 25.3 |
| 특작류 | 9,499 | 2.06 | 14 | 0.1 | 4 | 0.0 | 9,468 | 99.8 | 13 | 0.1 |
| 기 타 | 43,906 | 9.53 | 269 | 0.6 | 45 | 0.1 | 43,557 | 99.2 | 35 | 0.1 |
| 계 | 460,735 | 100.00 | 23,446 | 5.0 | 13,300 | 2.9 | 167,033 | 36.3 | 256,956 | 55.8 |

(주) %¹ : 상하 백분율, %² : 좌우 백분율을 표시함.

2004년도 친환경인증농산물 460,735톤중 유기농산물은 5%인 23,446톤이었고, 저농약농산물은 55.8%인 256,956톤이었다. 과실류의 대부분은 아직 저농약단계에 있으며, 채소류의 경우도 저농약농산물이 50%를 점유하고 있어, 유기농 면적을 확대하는 데에는 상당한 기간이 소요될 것으로 전망된다.

3. 친환경농업의 당면과제와 발전방향

가. 유기농업의 당면과제

(1) 저질산염 싹채소의 생산

- ① 저질산화제의 개발과 이용
- ② 저질산투입기술 및 대사촉진을 통한 질산염 조절
- ③ 기능성물질(광합성균, 해초류 및 해조류 추출액, 휴믹산 등)의 활용

(2) 토양의 염류집적 현상

- ① 두과작물, 녹비작물 윤작을 통한 토양비옥도 유지와 증진
- ② 담수환원제염법
- ③ 암거배수

(3) 유기농법 농가토양에서의 질산염 용탈에 의한 지하수 오염 위험성

- ① 점적관수 및 효율적 관수조절체계의 도입

(4) 유기농업 실시에 의한 생산량 감소

- ① 선충 및 병해충에 대한 생물농약, 천적의 이용
- ② 최적 시설환경조절에 의한 병해충 예방
- ③ 기능성천연물질의 이용에 의한 생산물 부가가치 증대
- ④ 새로운 병해충 예방 장비의 적극 활용

(5) 유기질비료, 퇴비의 조달 및 제조의 애로사항

- ① 단지화, 기계화를 통한 공동퇴비장
- ② 유기질비료 공정규격화 추진

(6) 제초작업과 병충해방제의 노력 집중화

- ① 기능성멀칭필름의 이용, 대체배지의 개발
- ② 기능성피복재의 이용, 천적, 생물농약의 개발과 이용

(7) 유축순환농법의 체계화 미흡

(8) 노동력 집중과 분산

- ① 단지화 및 인근농가와 협력을 통한 노동 분배
- ② 품목별 생산시기 조절을 통한 노력분산

(9) 낮은 소득 수준

- ① 다품목 소량생산체제를 통한 농산물가격 risk 분산
- ② 차별화된 브랜드화 및 판매장 구축 (품질인증과 소비자 신뢰도)
- ③ 생산성 증대기술의 계량화(지상환경조절, 근권환경 개선)
- ④ 지역별 품목별 생산자 연합회 결성 및 네트워크 구축으로 주년생산, 소비체제 구축

(10) 난방연료비 및 하계 냉방전력비

- ① 단위면적당 생산성 증대
- ② 국부, 국소 냉난방기술의 활용
- ③ 복합적인 에너지관리기술의 체계화 (관수, 변온, 멀칭, 자동화장치 등)
- ④ 자연에너지, 대체에너지 이용

(11) 불량환경에 대한 대책: 기후, 토양, 물, 황사, 환경오염물질(타르, NOx, SOx, 분진 등)

- ① 약광, 고온, 건조: 기능성물질 활용, 저항성품종 육성, 재배시스템 개선
- ② 토양, 물, 황사, 도시환경오염물질: 기능성물질 활용, 친환경적 재배방법(관비재배, 미생물농법), 수경재배, 식물공장

4. 채소의 품질요소와 품질조절

가. 고품질 채소의 의미

품질은 생산자, 소비자, 유통인, 가공업자가 이용목적에 따라 상품가치를 판단할 수 있는 척도라고 정의할 수 있다. 품질을 분류하는데는 학자에 따라 다르나 시장적 품질, 필요가치에 따른 품질, 영양생리적 품질 그리고 상상적 품질 등 4가지로 나눌 수 있다. 여기서 시장적 품질을 외적 품질이라 하고 필요가치와 영양, 생리적 품질은 내적 품질, 그리고 그외 요인을 상상적 품질이라 할 수 있다. 어떤 사람이 생채를 이용한 식이요법으로 병을 극복했다면 그 채소는 우수한 상상적 가치(imaginary value)가 높은 채소라 할 수 있다. 결론적으로 고품질 채소는 이상 4가지 요인을 두루 갖춘 것이 고품질 채소라 할 수 있다.

[표 3] 고품질 채소의 분류

| 분 류 | 측정의 기본 | 측 정 사 항 |
|----------|----------|----------------------------------|
| 시장적 품질 | 크기의 분류 | 색깔, 크기, 모양, 결합정도, 균일도 |
| 필요가치적 품질 | 생식, 가공 | 생식용인가 가공용인가에 따라 조직의 정도, 크기 등을 측정 |
| 영양생리적 품질 | 유, 무기영양도 | 비타민, 각종무기물, 유기산, 당도 |
| 상상적 품질 | 약리효과 | 각종물질의 약리적 물질, 개인 기호도가 큰 역할을 함 |

[표 4] 채소의 품질요인과 측정사항

| 품 질 요 인 | 주 요 측 정 치 |
|------------|--|
| 1. 영양적 가치 | 비타민, 무기물, 조섬유 함량, 기타 특수성분의 함량 |
| 2. 색 깔 | 적색, 황색, 자색, 녹색, 등의 알맞은 착색 |
| 3. 경 도 | 먹을 때 씹는치감이 좋은 것, 높은 것이 가공에 좋음 |
| 4. 상 태 | 잘 씻어졌는지, 신선한지, 적기수확을 했는지, 알맞은 경도를 가졌는지 |
| 5. 크 기 | 한국의 분류체계에 알맞은 특품의 크기를 가질 것 |
| 6. 모 양 | 품종 고유의 크기, 색깔, 형태를 가졌는가 중요 |
| 7. 수 량 | 가장 근본적으로 수량이 많아야 한다. |
| 8. 향 기 | 향기가 독특하고, 식욕을 돋굴 수 있어야 한다. |
| 9. 결 합 | 병충해의 피해가 없어야 한다. |
| 10. 생리적 장해 | 영양결핍에 의한 생리장해현상이 없을 것. |
| 11. 가공 품질 | 가공시 수율이 높은 것이 중요하다. |
| 12. 종자 품질 | 종자를 먹는 것은 크기와 함유물이 높아야 한다. |

채소의 품질 측정은 보다 과학적이어야 하므로 영국의 Arthey(1975)는 채소 산물의 품질측정요인을 크게 12가지로 분류하여 우리 실정에 맞게 주요 측정치를 변경한 표는 표 4와 같다. 채소의 품질 척도를 측정하기 위해서는 이상의 12가지 항목이 조사되어야 한다.

나. 시설환경조절과 품질향상 방안

지상 환경요인은 광, 온도, 습도, 탄산가스, 기류속도 등이 있으며, 지하 환경요인에는 영양, 수분, 온도, 산소 등이 포함된다. 환경조절의 목표는 ① 생산성 증대, ② 품질 향상, ③ 병해충 예방, ④ 작업환경의 개선 등으로 생각할 수 있으며, 향후 시설유형별, 품목별로 비용을 최소화 할 수 있는 생에너지개념의 도입, 단위면적당 생산성을 극대화 및 작물의 품질저하를 효과적으로 막을 수 있도록 환경관리 대책이 강구되어야 한다.

다. 재배시스템의 개선

시설채소 생산기술의 발달은 사용되는 자재의 개발과 이용의 역사와 함께한다. 과거 관수형태도 고랑관수 → 분수호스관수 → 점적관수 순으로 변천해오면서 관수량, 관수 방법 등이 변화되어 토양관리, 시비관리체계도 바뀌어 가고 있으며, 그에 따라 재배 시스템도 토양재배 → 관비재배(근역제한재배) → 수경재배 → 식물공장적 생산방식 등으로 기술변천을 거듭해가고 있다.

5. 저질산 유기농채소 생산

(단국대학교 한국유기농업연구소 홈페이지에서 발췌, 인용)

가. 질산염의 유해성

질산염을 다량 섭취하면 위에서 아질산염으로 환원된후 혈액의 헤모글로빈(hemoglobin)과 결합하여 메소모글로빈(methomoglobin)을 형성하므로 혈액의 산소 운반능력이 저하되어 유아의 경우 청색증을 일으킨다. 또한 질산염은 타액에 존재하는 *S. epidermidis* 등의 각종세균에 의해서 아질산염으로 환원된다고 보고되고 있다.

체내에 흡수된 질산염이 구강타액에서 환원된 아질산염은 식품중에 들어있는 아민류와 반응하여 니트로자민(N-nitrosamine)이 생성될 수 있는데, 이 물질은 강력한 발암성이 있는 물질로 학계에 보고되어 있다. 한편 질산염의 과다섭취는 갑상선 비대

원인이 된다고 알려져 있다. 식수 또는 각종 식품류를 통해 질산염이 다량 섭취될 경우 hemoglobin과 결합하여 어린이에게 청색증(일명, 청람증 또는 Blue Baby Syndrome)을 일으키거나, 위내 강산성 조건하에서 아민류와 반응하여 nitrosamine이 생성되기도 한다.

[표 5] 혈액내 hemoglobin 대비 methemoglobin 비율과 청람증 증세

| 비율 | 청람증 증세 |
|--------|--|
| 10% | 근육의 강화 등 경미한 청람증의 징후 |
| 30~40% | 근육이완, 피부색변화, 맥박 및 호흡속도 증가 등 뚜렷한 청람증 증세 |
| 40~70% | 심한 청람증 증세 또는 사망의 위험(Blue baby 현상) |

* 1% 건강한 성인, 4% 신생아, 6% 호흡기 질환, 설사중인 아기

질산염 섭취량의 85%이상을 채소를 통해서 나머지는 식수 등을 통해서 섭취하는 것으로 알려졌으며 각국별 채소를 통한 질산염섭취량은 독일의 경우 72.4%, 미국 75.0%, 일본 89.9%, 한국 90.6~95.1%인 것으로 알려져 있다.

현재와 같은 질소과다시용의 경향은 채소의 가식부위내 NO₃⁻ 집적량의 급증을 일으킬 뿐만 아니라, 품질저하(수확물의 영양가, 맛, 보존성) 및 토양내 질산염 집적으로 인한 토양과 수질오염의 발생을 야기하고 있다.

우리나라는 채소 소비량이 세계에서 가장 많고, 질소비료 사용량이 네델란드 다음으로 가장 많은 까닭에 1일질산염섭취량이 WHO가 정한 ADI(일일섭취허용량)보다 1.8~3.4배나 많은 실정에 있다.

[표 6] 가식부위별 질산염 함량에 따른 채소, 과일, 화곡류의 분류
(Scharpf, 1991; Sharat et al, 1994)

| NO ₃ ⁻ 함량 수준 | 종 류 |
|------------------------------------|--|
| 고수준(2000-5000ppm) | 무우, 배추, 상치, 시금치 |
| 중수준(500-2000ppm) | 셀러리, 당근, 파, 감자, 양배추 |
| 저수준(500ppm이하) | 호박, 토마토, 완두, 멜론, 아스파라거스, 사과, 배, 치코리, 딸기, 꽃양배추, 콩, 파프리카 |

[표 7] 세계 각국별 질산염과 아질산염의 1일섭취량

| 국 명 | 조사년도 | 아질산(mg) | 질산염(mg) | 비 고 |
|------|-----------|---------|---------|-----------------------|
| 영 국 | 1973 | - | 63 | 시금치/상추 |
| | 1999 | - | 78 | |
| 네덜란드 | 1976 | 5.1±4.4 | 131±114 | 일반식 가공육류식 채식주의자 |
| | 1994 | 0.6 | 71 | |
| 미 국 | 1999 | - | 52 | 일반식 가공육류식 채식주의자 |
| | - | 2.6 | 99.8 | |
| | 1994 | 1.2 | 103 | |
| | 1994 | 1.2 | 107 | |
| 일 본 | 1994 | 0.4±0.5 | 367 | 일반식 가공육류식 채식주의자 |
| | 1994 | 1.3±0.7 | 319 | |
| | 1977 | 1.2 | 218±264 | |
| 한 국 | 1976 | - | 245±186 | 일반식 가공육류식 채식주의자 |
| | 1972~1974 | | 314 | |
| | 2001 | | 390~742 | |

1일섭취허용량 : 아질산염 8mg/60kg b.w. 질산염: 219mg/60kg b.w.

나. 국내 채소의 질산염 축적 현황

우리나라의 1997년부터 2000년까지 전국의 각 지역에서 유통 및 재배되고 있는 주요 신선 엽채류중 질산염함량을 조사 분석한 자료(손상목, 2001)에 따르면, 대부분의 생식용 채소들은 질산염의 위험수위를 크게 상회하고 있다.

[표 8] 전국적으로 수집된 엽채류중 질산염 함량 분포특성

| 작 물 명 | 시료수 | 질산염 함량 (ppm 또는 mg/kg) | | |
|----------|-----|-----------------------|-------|-------|
| | | 최 저 | 최 고 | 평 균 |
| 1. 상추 | 251 | 31 | 5,391 | 2,412 |
| 2. 열갈이배추 | 63 | 34 | 6,266 | 3,180 |
| 3. 양상추 | 24 | 330 | 3,902 | 1,838 |
| 4. 양배추 | 32 | 26 | 1,165 | 380 |
| 5. 봄동 | 41 | 22 | 760 | 215 |
| 6. 열무 | 75 | 20 | 6,888 | 3,565 |
| 7. 깻잎 | 40 | 14 | 3,959 | 1,274 |
| 8. 쪽갓 | 38 | 357 | 5,952 | 3,353 |
| 9. 케일 | 22 | 58 | 6,997 | 3,424 |
| 10. 갓 | 12 | 24 | 84 | 49 |

[표 9] 전국적으로 수집된 특수채소류 중 질산염 함량 분포

| 작 물 명 | 시료수 | 질산염 함량 (ppm 또는 mg/kg) | | |
|---------|-----|-----------------------|-------|-------|
| | | 최 저 | 최 고 | 평 균 |
| 1. 참참이 | 16 | 26 | 929 | 319 |
| 2. 청경채 | 13 | 1,497 | 6,120 | 3,670 |
| 3. 셀러리 | 8 | 40 | 4,982 | 2,440 |
| 4. 로메인 | 7 | 1,019 | 5,651 | 2,372 |
| 5. 신선초 | 6 | 27 | 2,130 | 663 |
| 6. 비트채 | 5 | 469 | 3,871 | 2,009 |
| 7. 브로코리 | 4 | 412 | 850 | 672 |
| 8. 미나리 | 18 | 93 | 3,140 | 1,171 |

상추를 대상으로 3요소와 함께 퇴비사용량을 달리하여 수량 특성과 생체중 질산염 함량변화를 검토한 결과, 퇴비사용량이 증가할수록 질산염 함량이 다소 증가하였던 것과 같은 경향을 보였다.

[표 10] 시비방법에 따른 상추수량 및 생체중 질산염 함량 비교

| 처 리 구 | 수량(kg/10a) | 수량지수 | 질산염 함량(ppm 또는 mg/kg) |
|-------------|------------|------|----------------------|
| 1) 무 비 | 6,715 | 84 | 910 |
| 2) 3요소 표준시비 | 7,966 | 100 | 2,283 |
| 3) 3요소+퇴비1톤 | 8,186 | 103 | 2,055 |
| 4) 3요소+퇴비2톤 | 8,948 | 112 | 2,411 |
| 5) 3요소+퇴비4톤 | 10,091 | 127 | 2,818 |
| 6) 퇴비 1톤 | 7,972 | 100 | 732 |
| 7) 퇴비 2톤 | 8,158 | 102 | 827 |
| 8) 퇴비 4톤 | 9,527 | 120 | 1,215 |
| 9) 퇴비 6톤 | 9,756 | 122 | 1,487 |

질소 비중에 따른 상추 생체중 질산염함량(표 15)은 질소비료 사용에 따라 약 200~300ppm의 증가가 있었으나 각 질소비료 종류에 따른 질산염 함량 차이는 거의 없었다.

[표 11] 비중에 따른 상추 중 질산염 함량 비교

(단위: ppm 또는 mg/kg)

| 처 리 구 | 1차 | 2차 | 3차 | 4차 | 5차 | 합계 |
|--------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 1) 무질소 | 180 | 704 | 957 | 2,208 | 924 | 994 |
| 2) 요 소 | 178 | 720 | 1,175 | 2,769 | 1,245 | 1,217 |
| 3) 유 안 | 199 | 826 | 1,451 | 2,694 | 1,365 | 1,307 |
| 4) 복 비 | 150 | 722 | 962 | 2,770 | 1,126 | 1,146 |
| 5) 완효성 | 244 | 844 | 1,303 | 2,817 | 1,111 | 1,264 |

다. 채소의 고질산염 함량 경감책

- ① 질소영양분(특히, 질소비료)의 공급을 적게 하는 방법
- ② 수확시기의 지연으로 질산염 함량이 줄어드는 시기에 수확
- ③ 질산염 함량이 적은 품종 재배, 함량이 낮은 가식부위 생산
- ④ 기비용 유기질비료 및 추비용 화학비료 사용량을 줄이는 방법
- ⑤ 충분한 일조조건 유지

6. 유기농업 신기술

가. 유기수경(생태수경)

유럽에서 개발된 펠릿형 유기질비료는 N-P-K(-Ca) 성분비율이 14-10-14 또는 5-1-5-9 등 다양한 비율로 표시되어 있고, 이들 비료에는 작물의 필수원소, 미량원소 등이 전량 함유되어 있는 완전비료형태를 취하고 있다. 특히, 이들비료가 축분뇨를 전혀 함유하고 있지 않고 원료는 포도껍질, 골분, 깃털, 유기광물 등으로 제조되는 것을 특징으로 하고 있어서, 우리나라의 경우도 이러한 유기질 비료의 개발이 촉구된다.

중국에서는 이러한 비료를 코코넛배지 또는 유기질 천연배지위에 기비로 적량 시여한 다음 작물을 정식하여 물로만 길러내는 방법을 생태수경이라고 하여 그 재배면적이 최근 3년새 급격히 증가하고 있다.

펠자가 2002년도에 쌈채소를 대상으로 유기수경방법에 대한 실험을 한 결과를 보면 다음과 같다.

(1) 시험기간 : 2002. 8 ~ 2002. 12

(2) 대상품목 : 신기(적)상추, 적치마상추, 비타민채, 토스카노(뉴그린, 잎브록콜리), 백채(농우종묘), 적겨자, 겨자채, 청로메인, 치커리, 케일, 비트, 청치마상추, 오크립상추, 바울그린상추 등

(3) 처리내용

- 가) 제1처리 : 유기질비료(5-1-5-9, EU인증 화란산)를 코코넛배지에 일정량 혼입처리한뒤 물만 관수
- 나) 제2처리 : 유기질비료(5-1-5-9)를 물에 녹여 일정량 살수처리
- 다) 일반수경(대조구) : 일반 화학비료로 조제된 양액(EC 0.8~1.1dS/m)을 관주처리

(4) 기능성분강화 처리 : 기능성천연물질 2종(일라이트, 휴믹산분말)의 배지혼입 처리, 3종(해초추출액, 휴믹산, 유카추출물) 살수처리

(5) 연구개발결과

- 가) 생육 및 수량 : 유기수경 제1처리 > 유기수경 제2처리 > 일반수경
※ 엽생체중/엽면적 비율에 현저한 차이가 있음
- 나) 외관적 품질 및 식미효과 : 유기수경 > 일반수경
- 다) 적치마상추의 질산염 함량 : 일반수경 대비 430배, 유기농산물 대비 480배 감소

[표 12] 재배방식별 적치마 상추의 질산염 함량비교

| 구 분 | 유기수경 제1처리 | | 유기수경 제2처리 | | 일반수경 | | 시 판 유기농산물 |
|----------------|-----------|-------|-----------|-------|------|-------|--------------|
| | 대조구 | 기능성물질 | 대조구 | 기능성물질 | 대조구 | 기능성물질 | |
| 질산염함량 (ppm) | 36 | 28 | 5 | 0.1 | 58 | 43 | 48 |

라) 자외선 처리에 의한 적색상추의 착색촉진

- ① 하계에는 주간에만 자외선 처리후 10일부터 현저한 착색반응에 차이가 있으며, 동계(2002. 12월, 주간조사는 효과가 미흡하고 주야간 동시 조사가 바람직함)
- ② 엽록소 함량 : 1.3~1.5배
- ③ 건물물(잎의 건물중/생체중) : 1.4배 이상
- ④ 비타민C 함량 : 일본 교토대학(1978년)의 연구결과 2배 이상 추정

나. 황토농법

(1) 황토의 주요성분

- ① 유용미생물 : 1g당 1~10억 개체
- ② 규산 39.5, 알루미늄 26.1, 산화철 9.44, 칼륨 2.51%, 기타 마그네슘, 칼슘, 망간 등 함유
- ③ 일라이트(illite) 0.1% (일라이트는 게르마늄 100~700ppm)

(2) 기대효과

- ① 오이 : 노화방지, 수량증대, 품질향상, 저장성 증진
- ② 토마토 : 착색·당도·저장성 증진, 산도유지, 증금속 흡수저해
- ③ 풋고추, 쌈채소 : 수량증대, 품질향상, 저장성 증진

(3) 본 실험에서 황토농법은 코코넛배지경이 충전된 스티로폼 재배조에 표토 5cm 깊이로 황토를 복토한후 토마토 전용양액을 동일하게 관주

[표 13] 송이토마토 “Camperi”의 과실 무기성분 비교(조사일자 : 2003. 4)

| 재배방식 | 생체중 100g 당 함유량 | | | | | | | |
|-------------|----------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| | Ca mg | Mg mg | Fe mg | Cu μg | Mn μg | P mg | Zn μg | K mg |
| 황토코코넛 수경 | 30.5±1.5 | 19.2±0.4 | 0.56±0.02 | 46±3.1 | 131±5 | 49.4±1.1 | 398± 78 | 241±3 |
| 일반토경 | 29.4±1.3 | 17.2±0.3 | 0.28±0.03 | 35±2.8 | 118±3 | 40.3±1.3 | 341±110 | 214±5 |

7. 친환경 관비재배법

가. 관비재배(토양양액재배) 의미

- (1) 관비재배의 의미 : 일본에서는 양액토경(養液土耕)이라고 하여, 1994년부터 岡部(94)에 의하여 연구가 본격화되었으며, 북유럽, 이스라엘은 관비농법(fertigation) 특히, 점적관비농법(drip fertigation)이라고 불리우며, 우리나라에서는 관비재배 또는 토양양액재배라고 불리운다.
- (2) 관비재배의 정의 : 토양의 기능(양분공급능, 이온흡착능, 완충능 등)을 최대한 활용하면서 비료를 소량씩 관수로 녹여 장시간에 걸쳐 공급을 계속 하는 시비방법
 - fertigation : 영양액을 관수자재를 통하여 공급하는 기술
 - chemigation : 농약을 관수자재를 통하여 공급하는 기술
- (3) 관비재배의 목적
 - ① 균일한 시비가능 : 균일하게 관수하면 균일한 시비 가능
 - ② 포장의 통행 감소 : 포장에 장치를 줄여 토양이 다져지는 것을 줄인다
 - ③ 염류스트레스가 없거나 적은 화학비료를 주체로 영양소를 요구량만 공급 가능하므로 염류집적 해소, 비료사용량 및 물 사용량 1/3 감소

- ④ 최상의 품질과 작물 생산성 극대화
- ⑤ 가장 효율 높은 시비 가치 : 깊게 관수하지 않으므로 비료 손실량 감소
- ⑥ 생산비 절감 : 비료절감, 노력과 에너지 절감
- ⑦ 환경오염 최소화 : 효율적인 시비관리

(4) 관비재배 특징

- ① 생력재배 (기비 ×, 경운 ×, 관수시비 자동화)
- ② 환경친화적 관수시비 (관수량↓, 시비량↓)
- ③ Stress가 없는 토양관리 (저염류, 약산성)
- ④ 재배관리면적 증대와 저 cost 생산
- ⑤ 균일한 작물 생육

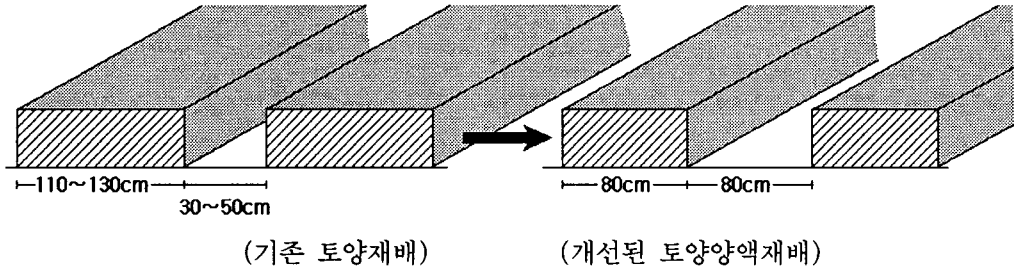
(5) 관비재배와 관행토양재배 비교

[표 14] 관비재배와 관행토양재배의 비교

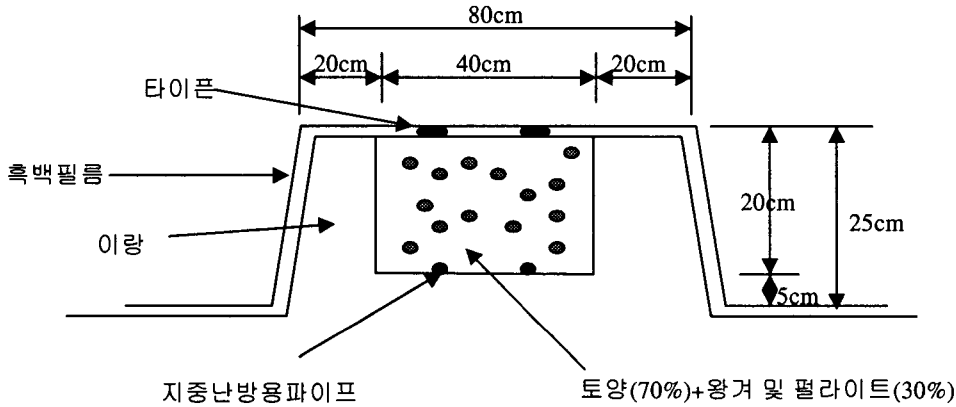
| 구 분 | 관 비 재 배 | 관행 토양재배 |
|----------|--|--|
| 관수방식 | 매일 관수시비 : 건습 차가적이고, 뿌리 수분스트레스 없다 효율적 관수(절수) | 수일에 1회 다량관수 : 과습 → 적습 → 건조가 반복되어 수분스트레스 큼 물유실이 큼(비효율적 사용) |
| 관수작업 | 자동화 : 생력, 규모확대 가능 | 수작업(반자동) = 장시간 노동 |
| 기 비 | 없음 : 유기물, 개량자재만 적정사용 | 있음 : 퇴비, 화학비료 대량 투입 |
| 시비관리 | 영양진단에 의한 고도의 관수시비 - 적정시비 = 염류스트레스 없음 - 비료이용률 향상 = 비료절감 | 경험에 의한 대규모관수시비 - 과잉시비가능성 = 고염류스트레스 - 비료유실우려 = 이용효율이 낮음 |
| 염류집적 | 없음 : 양액토경비료 = 환경보전 | 있음 : - 종래토경비료 = 염류집적가능성 큼 - 또는 담수제염으로 환경오염우려 |
| 생 육 스트레스 | 적음 = 생육이 고름 : 수확작업경감, 수량증가와 품질 향상의 가능성 | 중~대 = 생육 불균일이 발생 용이 : 수량감소와 품질 저하의 우려 |

(6) 관비재배 도입 순서

가) 이랑조성, 토양개량



(그림 1) 이랑과 고랑배치법의 개선



(그림 2) 토양양액재배시스템에서의 이랑 단면도

- 근역 확보 : 지하수위가 높은 포장은 이랑을 높이고, 배수가 불량한 토양에서는 압거, 심경 등 대책 강구
- 이랑 개선 : 작물관리 작업성, 채광 및 통풍성
- 토양 물리성 개선 : 점적관수시 적정 수분 영역(점적 타이폰 2열 배치시 폭 40cm, 깊이 20cm)
- 지중난방 : 지하 20cm 부근에 온수순환파이프 매설
- 급액관리 : 점적호스나 점적핀을 이용 소량다회급액
- 멀칭 : 이랑의 표면에 유공성 흑백필름(0.01~0.03mm)

(그림 3) 이랑조성과 근권 환경대책

나) 이랑조성을 위한 작업 순서

- ① 전체 포장을 평면으로 로타리 작업 실시
- ② 관리기 이용 골을 낸 후 지중난방용 배관을 매설
- ③ 점질토는 왕겨 또는 펄라이트 등의 인공배지, 사질토는 부숙토펀, 피트모스, 입상 암면 등 첨가 : 300평당 약 8m³정도 투입, 토양+배지=7:3(v/v)
- ④ (왕겨)투입된 고랑 좌우경운후 관리기 이용 혼합
- ⑤ 이랑 위에 점적호스를 배치하고 플라스틱 멀칭

다) 토양의 물리성 개선

- ① 점적관수에 적합한 토양조성 : 점적되는 액비가 횡으로도 균등 침투
- ② 지하수위 높은 곳 : 배수불량지에서는 액비관주 곤란
※ 암거배수, 고휴재배, 격리상재배
- ③ 토양 물리성개량재 투입 : 45% 무기물, 5% 유기물, 25% 물, 25% 공극율

라) 토양의 물리성 개량재 선택

- ① 식양토, 점토 → 배수성, 공극률을 증대시킬 수 있는 물리성 개량재
- ② 사질토, 사질양토 → 보수력이 강한 개량재 투입
- ③ 유기토양개량자재 선택
 - 완속유기물, N방출, 취탈이 적은 피트모스형
 - 벗짚퇴비, 양질의 바크퇴비, 왕겨퇴비, 섬유질의 피트모스, 코코넛화이버
 - 칼리 보급효과가 높은 것(코코넛피트, 코코넛파이버)
- ④ 시설내는 고온으로 노지보다 부식소모 빨라 유기물 보급 필요
- ⑤ 병원균에 대한 정균능 유지, 미생물완충능 증대

마) 토양의 화학성 개량

- ① 치환성염기, 유효태인산 등 적당히 양분함유된 토양조성
→ 수시토양진단, 1년 또는 매작기 건토로 토양진단
→ 미량요소에 대해서도 과부족이 없도록 진단
- ② 새로운 시설(작토)에서 시작할 때 칼슘, 인산, 퇴비 등으로 충분히 토양 개량
- ③ 연작포장의 양분과다 등으로 생육억제 나타나는 토양에서 저해요인 제거
- ④ 염류집적이 심한 시설에서는 제염후 재배 시작

바) 토양의 생물성

- ① 시설, 토양소독후 미생물완충능 저하 → 병원균의 재오염 문제
- ② 토양소독후 양질 유기물시용으로 미생물적 완충능증대 → 토양병해 경감
- ③ 효모균 등 신종 미생물의 활용

(8) 시비관리

가) 비료 종류별 과채류 품질 변화 및 토성변화

- 1) 비료 종류별 과채류 품질 변화 : 황산암모늄, 염화암모늄과 같은 염류를 함유한 비료와 비교하여 화학적 스트레스가 적은 질산암모늄은 작기가 진전될수록 과실중이 크고 네트도 우수한 것으로 평가된다.

[표 15] 비료 종류별 과채류 품질 변화

| 시 험 구 | 1작기 (멜론) | | | 2작기 (토마토) | 3작기 (멜론) | | |
|--------|------------|----------|-------|--------------------------|------------|----------|-------|
| | 과실중 (kg/개) | Brix (%) | 네트 평가 | 총수량 (kg/m ²) | 과실중 (kg/개) | Brix (%) | 네트 평가 |
| 황산암모늄구 | 1.28 | 14.0 | 2.7 | 11.9 | 1.40 | 15.0 | 3.8 |
| 염화암모늄구 | 1.16 | 13.9 | 2.5 | 4.6 | 1.41 | 14.3 | 3.7 |
| 질산암모늄구 | 1.45 | 14.7 | 3.6 | 12.4 | 1.61 | 14.3 | 4.3 |

- 2) 비료의 화학형태별 토성변화 : 황산암모늄과 염화암모늄구는 질산암모늄구에 비하여 작기가 진전될수록 pH가 저하하고, EC는 증가하는 화학적 스트레스가 분명하게 나타난다.

[표 16] 비료의 화학형태별 토성변화

| 시 험 구 | 1작기후 | | 2작기후 | | 3작기후 | |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| | pH | EC | pH | EC | pH | EC |
| 황산암모늄구 | 4.8 | 0.61 | 5.0 | 1.66 | 4.7 | 1.46 |
| 염화암모늄구 | 4.9 | 0.65 | 4.9 | 0.94 | 4.9 | 1.18 |
| 질산암모늄구 | 5.3 | 0.35 | 5.4 | 0.68 | 5.4 | 0.48 |

다) 시설채소농가의 토양 물리화학성

- 1) 시설채소농가의 토양 물리성 : 전남지역 시설과채류농가의 토양 52점에 대한 물리성을 분석한 결과 사질양통가 가장 많고, 보수력은 33.7%로 나타났다.

[표 17] 시설채소농가의 토양 물리성

| 구 분 | 농가수 | 보수력 (%) | | | 삼상분포 (%) | | |
|-------|-----|-------------|-------------|----------------|----------|------|------|
| | | Pv (보습력) | Ea (공극율) | Pv+Ea (보수력) | 고상 | 액상 | 기상 |
| 사 질 토 | 8 | 14.6 | 12.8 | 27.4 | 51.1 | 14.8 | 34.1 |
| 사질양토 | 22 | 20.1 | 13.6 | 33.7 | 50.4 | 19.6 | 30.0 |
| 양 토 | 16 | 25.4 | 11.9 | 37.3 | 47.1 | 21.1 | 31.8 |
| 식 양 토 | 6 | 27.2 | 15.4 | 42.6 | 49.8 | 21.9 | 28.3 |

(주) 1999-2000년 기간 전남지역 시설과채류 재배농가의 토양 52점

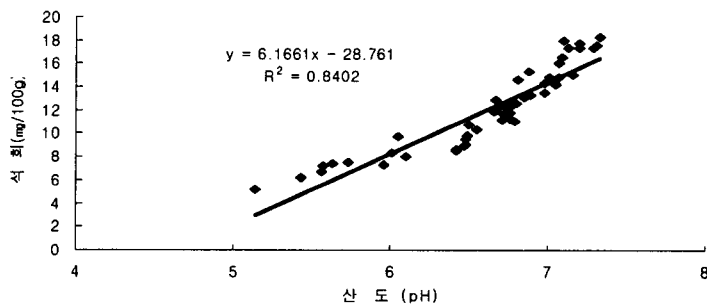
경작년수 : 1-3년 9농가, 4-6년 25농가, 7년 이상 18농가

2) 시설채소농가의 토양 화학성(2000. 3월) : 전남지역 시설과채류농가의 토양의 화학성을 분석한 결과, 평균 EC 2.73dS/m로 염류집적 정도가 극심하였고, 칼슘과 인산함량이 많았으며, 토양은 중성에 가깝게 나타났다.

[표 18] 시설채소농가의 토양 화학성

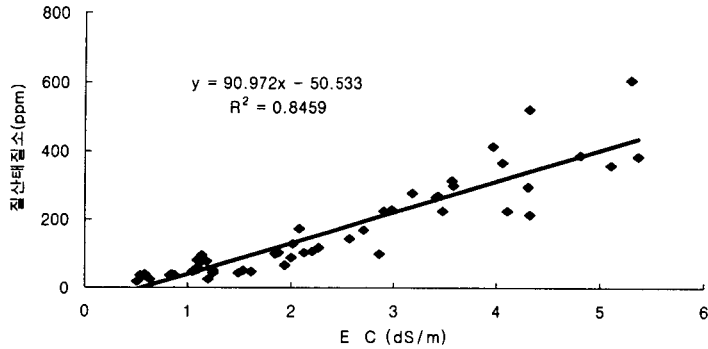
| 근권EC | EC 평균 | pH | 유기물 (%) | NO ₃ -N (ppm) | P ₂ O ₅ (ppm) | K (me/100g) | Ca (me/100g) | Mg (me/100g) |
|---------|----------|------|------------|-----------------------------|--|----------------|-----------------|-----------------|
| 5.1이상 | 5.26 | 6.37 | 5.90 | 450.97 | 1,348.05 | 2.86 | 11.84 | 3.49 |
| 4.1~5.0 | 4.15 | 6.75 | 4.83 | 296.12 | 1,716.32 | 2.99 | 15.15 | 4.58 |
| 3.1~4.0 | 3.34 | 6.47 | 4.56 | 271.43 | 2,074.60 | 2.76 | 11.07 | 3.31 |
| 2.1~3.0 | 2.03 | 6.65 | 5.08 | 131.28 | 1,154.26 | 1.91 | 11.05 | 2.64 |
| 1.1~2.0 | 1.07 | 6.32 | 4.36 | 60.76 | 1,416.64 | 2.73 | 5.41 | 1.60 |
| 1.0이하 | 0.53 | 6.65 | 3.71 | 29.81 | 1,934.42 | 1.58 | 10.52 | 2.17 |
| 평균 | 2.73 | 6.54 | 4.74 | 206.73 | 1,607.38 | 2.47 | 10.84 | 2.97 |

3) 시설토양 pH와 칼슘농도 관계



[그림 4] 시설토양 pH와 칼슘농도 관계 (샘플수 : 52점)

4) 시설토양 EC와 NO₃-N 농도 관계



[그림 5] 시설토양 EC와 NO₃-N 농도 관계 (샘플수 : 52점)

5) 토양EC와 시비량조절

[표 19] 토양EC와 시비량 조절 (건토+증류수=1:5)

| 토양EC | NO ₃ -N(ppm) | 기비시비량 가감 |
|------|-------------------------|--------------|
| 0.2 | 0 | 표준시비 |
| 0.52 | 100 | 기비 1/2 |
| 0.84 | 200 | 기비 1/2+추비량가감 |
| 1.16 | 300 | 기비 안함 |
| 1.80 | 500 | 기비 안함+심경 |
| 2.44 | 700 | 농도장해 위험 |
| 3.40 | 1,000 | 제염대책 필요 |

(9) 염류집적 대응기술

가) 물을 이용한 제염(除鹽)

- ① 휴한기에 강우에 의한 제염
- ② 관개수 이용 스프링클러관수, 담수처리(200-300mm)

나) 제염작물(Cleaning crops) 이용

- ① 화산회토, 옥수수(하계 55일)재배 : EC 2.5 → 1
- ② 토양성분 제거율은 K 가장 높고, 다음 NO₃ -N
- ③ 최근 선충구제효과, 토양 물리성 개량, 농촌경관을 만질할 수 있는 작물 개발

다) 배토 및 객토 : 표층 배토량은 10-5cm 범위

- ① 배출된 표층토는 분재배용 용토 등으로 활용

라) 심경(深耕), 심토파쇄

마) 유기질퇴비 사용

(10) 양액조성과 급배액관리

- ① 작물 종류, 토양스트레스에 적합한 양액처방
- ② 정식(3일)전 토양에 균일한 양액관주로 EC, pH, 이온성분량 편차 해소, 지온, 수분량, 공극유지
- ③ 정식후 활착까지 토양이 과습, 과건 않도록 주의
- ④ 활착되면서 작물에 적합한 수분관리
- ⑤ 기후환경, 생육진단 통한 양액EC 증감, 급액횟수, 급액량 조절, 엽면시비

(11) 진주지역 풋고추 관비재배 사례

가) 관비재배 도입 효과 (최근 5년 성과)

- ① 수량 증가 : 진주시 평균 풋고추 생산량이 5.5M/T/10a인데 비하여 관비재배 농가의 평균 생산성은 6~7M/T/10a으로 10~20% 증대

(표 20) 재배방법별 풋고추 수량(경남농업기술원)

| 구 분 | 토 경 | 배지경 | 관비재배 | 비 고 |
|--------------|--------|--------|--------|---|
| 수 량(M/T/10a) | 5,535 | 7,330 | 6,348 | '99. 8~2000. 6 * 청고추 3개월 수확후 홍고추 수확 |
| 조수입(천원/10a) | 16,050 | 21,843 | 18,583 | |
| 생산비(천원/10a) | 7,595 | 8,416 | 6,015 | |
| 소 득(천원/10a) | 8,455 | 13,427 | 12,568 | |

※ 사례농가 : 재배방법별 생산성 중급농가 3농가 평균

※ 품 종 : 녹광풋고추, 연동형하우스 장기재배작형

* 자료 : 경남농업기술원, 홈페이지

- ② 저비용 설치 및 간단한 관리 : 값비싼 배양액 급액시설 없이도 재배할 수 있으며 비교적 설비 노력이 간편하고 급액기술이 간단
- ③ 노동력 대폭 절감 : 퇴비조제 및 시용, 물주기, 비료시용이 관행대비 70% 이상 대폭 절감
- ④ 정밀한 시비관리로 시비효율화 : 재배시 토양 염류농도를 수시 분석하여 시비 농도 조절 및 적정 영양환경 조성으로 품질향상, 생산성 증대
- ⑤ 병해 및 생리장해 대폭 감소 : 염류집적, 가스장해, 농도장해가 적어 토양의 유해환경에 의한 병해충 발생이 크게 억제
- ⑥ 시비 비용 절감 : 관비재배시 고급 이온비료염을 사용하여도 전체적인 비료구입 비용은 44% 절감

[표 21] 풋고추 역병 발생 농가비율

| 발생 비율 | 계 | 무 | 소 | 중 | 다 |
|----------|----|---|---|---|---|
| 관비재배 2년차 | 10 | 9 | 1 | - | - |
| 관행재배 | 10 | 7 | 1 | 2 | - |

※ 연작농가 대상 각 10농가 조사

자료 : 경남농업기술원, 홈페이지

[표 22] 풋고추 장기재배시 비료(염) 구입비 (단위 : 천원/10a)종별

| | 계 | 퇴(구)비 | 비료염 | 단비, 복합비료 (4중복비포함) |
|------|-----------|-------|-----|----------------------|
| 관행재배 | 427(100%) | 63 | 364 | - |
| 관행재배 | 615(144%) | 350 | - | 265 |

※ '99 ~ 2000 평균가격 적용

※ 퇴구비 시용량 : 관비재배(벗짚 250%), 관행재배(계분 배합 퇴구비 5톤)

※ 재배기간(10월 정식, 6월 수확종료)

자료 : 경남농업기술원, 홈페이지

- ⑦ 노동력절감 : 관행재배농법은 작물 입식전 거름 뒤집기 2~3회, 거름운반 및 살포, 심경, 토양개량제 및 복비 시용, 물주기, 추비시용 등의 작업중 일부를 수작업으로 하여 대표적인 악성작업을 하였는데 반해 관행재배 300평당 57.7시간에 비하여 관비재배는 12.6시간, 양액재배는 7.6시간으로 노동력 투하시간이 대폭 절감.

[표 23] 경남 진주지역 시설풋고추 질소비료 시용사례(성분량 : kg/10a)

| 구분 | 계 | 퇴(구)비 | 기비 | 추비 | |
|------|-----|-----------|------------------------|-------------|--------------------------|
| 관행재배 | 성분량 | 184(511%) | 100 | 24 | 60 |
| | 실량 | - | 계분(돈분) 5톤 | 원예용복비 200kg | 요소, 추비전용복비 1.5회 |
| 관비재배 | 성분량 | 36(100%) | - | - | 36 |
| | 실량 | - | 벗짚 500kg 또는 왕겨 0.3톤 | - | 질산칼슘 216kg 질산카리 710kg |
| 관행재배 | 성분량 | 68(189%) | - | - | 68 |
| | 실량 | - | - | - | 질산칼슘 216kg 질산카리 710kg |

(주) 경남농업기술원, 홈페이지, 축성재배 작형(정식 10월, 수확종료 6월)의 일반적인 시비사례임

나) 친환경 농업으로서의 관비재배 평가: 위와 같은 효과로 인해 관비재배가 급격히 늘고 있으나 양액재배용 비료염의 사용만을 걱정하여 일부에서는 토양을 파괴시키는 농법이라하여 부정적인 시각을 가지고 있으나 환경농업을 지도하는 입장에서 관비재배도 환경농업과 같은 차원으로 생각하여야 한다.

8. 친환경 수경재배법

가. 수경농산물 장점 - 환경과 인체건강 관점에서 -

- ① 생물학적방제를 통하여 무농약, 저농약재배 가능
- ② 폐양액은 분화류나 잔디에 재활용 가능
- ③ 수경시스템은 최소량의 배지를 사용하거나 사용하지 않음. 또한, 사용된 배지는 재활용, 재순환됨
- ④ 매우 집약적인 작물관리가 가능하여 최소 재배공간만 요구
- ⑤ 공장부지, 버려진 부지에도 용이하게 설비 가능
- ⑥ 연중작물 생산이 가능하여 수입, 수송비가 감소되며, 그러므로 국가 전체적으로 화석연료 사용도 감소
- ⑦ 순환식수경시스템을 통하여 재배자가 정확하게 식물이 양분을 흡수할 수 있도록 양액을 조절
- ⑧ 여러가지 양액조성법이 개발되어 다양한 식물종의 다양한 생육단계에 적합하도록 조절됨
- ⑨ 규칙적으로 모든 필수원소를 분석하여 적정농도관리가 이루어지며, 질산염 같은 성분이 불필요한 농도, 원치않는 농도로 만들어지는 것을 미연에 회피할 수 있다.
- ⑩ 수경식물은 더욱 병해충 저항성이 강하다
- ⑪ 환경요소를 조절하여 영양적으로 뛰어나고 풍부한 농산물을 생산할 수 있다.
- ⑫ 줄기에서 완숙된 것 같은 국내산 농산물은 수입품에 사용되는 인공 후숙처리제와 농약의 소비를 감소
- ⑬ 줄기에서 완숙된 것 같은 국내산 농산물은 맛이 우수하고 영양적으로 풍부

[표 24] 토경과 순환식수경의 작물별 물소비와 양분유출(Van Os, 1994)

| 작 목 | 재배방식 | 물소비(l/m ² ·년) | | 양분유출 (kg/ha·년) |
|-----|------|--------------------------|-----|-------------------|
| | | 전체 | 유출 | |
| 국 화 | 토양재배 | 915 | 215 | 3,500 |
| | 수경재배 | 775 | 75 | 1,250 |
| 장 미 | 토양재배 | 1,550 | 600 | 5,800 |
| | 수경재배 | 1,100 | 5 | 3,350 |
| 오 이 | 토양재배 | 950 | 250 | 8,000 |
| | 수경재배 | 750 | 50 | 1,600 |

나. 수경재배의 친환경관리

(1) 폐암면처리방법

- ① 제조회사에서 수거 재활용
- ② 논에 객토용으로 활용
- ③ 화분용 상토로 혼입 사용
- ④ 일반쓰레기로 배출 매립

(2) 배액의 친환경관리법

(가) 순환식에서의 배액 재활용

1) 문제점

- ① 무기성분 분석 및 보정관리의 난이성
- ② 근권부 병원균 이병 가능성에 대한 불안감
- ③ 농가의 막연한 불안감 등

2) 대책

- ① 배액살균법 : 가열, 오존, 자외선, 박막여과, 저속모래여과, 요오드, 활성과산화수소, 활성탄여과, 바이오필터
- ② 뿌리 잔해 제거
- ③ 유해미생물 소독제

(나) 개방식에서의 배액 재활용

1) 문제점

- ① 토양 및 수질 부영양화
- ② 비료비용 부담

2) 대책

- ① 수생식물(미나리, 부레옥잠 등) 여과
- ② 시설관비재배
- ③ 노지작물, 분화류, 잔디밭 시비
- ④ 배액률 최소화 및 집액폐기

다. 수경재배를 통한 친환경적 비료관리 사례

- (1) 농 가 명 : 풀하나수경(대표 양승호)
- (2) 재배품목 : 상추
- (3) 재배방식 : NFT(nutrient film technique, 박막순환수경)
- (4) 비료 사용량 비교

(가) 양액재배

- ① 양액의 종류 : 야마자키(山崎) 상추 처방액(N농도 : 6meq/l)
- ② 7,500평당 1일 20톤.
- ③ 1일 1평당 양액소요량 : 2.66리터
- ④ 1일 1평당 질소소비량 : 2.66리터 × 6meq/l = 223mg-N

(나) 관행 토양재배의 표준시비량

- ① 농촌진흥청 작물표준시비기준 : 노지재배시 N 실사용량은 재배기간을 60일 기준으로 할 때 300평당 20kg(기비 10kg, 추비 10kg)이므로 1평당 1일 N기준량은 1.11g이 된다.

(다) 비교 평가 : 양액재배는 1일1평당 N소비량이 0.223g 이며, 관행토양재배에서는 1.11g으로 양액재배에 비하여약 5배 정도 질소사용량이 많다. 그러나, 재식밀도 1.4배, 생산량 대비 작부 횟수 1.5배 등을 고려하면 약 10배 이상의 질소 시비량이 절감된다.

라. 수경재배 발전방향

(1) 국내외 여건변화

- ① 환경악화(기상, 토양, 수질)
- ② 농산물과 식품의 미생물적 불안감(동물성 비료)
- ③ 생산관리 안전관리 필요성(HACCP)
- ④ 공장적 생산 재현성과 작기조절 용이성, 주년재배 생산

- ⑤ 수확후 관리 용이성
- ⑥ 단위면적당 생산성(주년재배, 최소공간재배)
- ⑦ 농산물의 내외적 품질조절

(2) 수경재배 당면과제

- ① 순환식수경 확대 또는 개방식수경재배시 환경오염부담요인 해소
- ② 생육환경최적화, 천연물(유기재료, 광물재료) 이용으로 비료이용량의 단계적 감량 추진
- ③ 식물대사 최대화, 효율적관리로 농산물 유해성분 제거, 유용성분 증대
- ④ 지역별, 식물종별, 재배방식별 농가표준관리매뉴얼(생산이력제 관리)
- ⑤ 조직적, 주기적인 배액, 배지 점검관리
- ⑥ 채소의 질산염 규제기준 제정과 품질관리
- ⑦ 표준 농산물 품질분석표 제정

(3) 미래를 향한 수경재배의 발전방향

- (가) 국민에게 안전한 먹거리 제공 (소비자의 알권리 충족)
 - ① 생산이력제관리(farm to table) 및 GAP 인증
- (나) 수출농업확대 (친환경적 수출농단조성)
- (다) 신기술, 신상품 개발
 - ① 유기수경 (천연배지, 유기질비료, 미생물, 천적 활용)
 - ② 기능성농산물 생산으로 고품질 고급브랜드화
 - ③ 유해성분 뿐만아니라 유용성분까지 품질분석, 인증
- (라) 환경오염 우려가 없는 신농법 개발 : 최소배지수경, 초음파분무경, 황토(세라믹)수경
- (마) 식물공장적 생산
- (바) 공장지대, 불모지에서의 농산물 재배

9. 기능성농산물의 생산사례

농약, 중금속, 환경호르몬 등 유해요소로부터 안전하고 비타민과 식이섬유, 게르마늄, 칼륨, 아연, 구리, 철분 등 미네랄이 강화된 채소를 기능성채소라고 정의할 수 있다.

국내에서 기능성채소에 대한 연구는 초보단계에 있지만 농가에서는 상당한 관심을 불러 일으키고 있다.

채소가 갖는 생리기능은 첫째, 항산화기능으로 채소 등의 식물은 강한 태양방사에 견디면서 에너지를 얻기 위하여 산화로부터 몸을 지키는 방어기구로서 산화방지성분을 표피부근에 축적하게 된다고 생각하고 있다. 둘째, 채소의 암 예방기능으로 채소는 주로 상피세포의 암에 대한 위험 저감화작용이 인정되고 있다. 셋째 채소성분에 의한 혈압상승 억제작용 넷째, 채소성분의 당뇨병예방기능 다섯째, 멜라닌 생성저해 등이다.

[표 25] 기능성 채소의 분류와 개념(박권우, 2000, 고려대학교)

| | |
|---------------------|---|
| 영양기능성채소 (1차기능) | 고 비타민, 각종무기염류, 조섬유 함유 |
| 감각기능성채소 (2차기능) | 냄새, 맛이 좋은 채소 |
| 생체조절기능성채소 (3차기능) | 생체방어, 질환방지, 노화억제, 질병치료 |
| 상상적 기능성채소 (4차기능) | 섭취하는 사람이 실제 함유된 영양가와 상관없이 병 치료를 위해 섭취하면서 원예치유적으로 쾌유할 수 있다는 신념을 가짐으로서 효과를 배가시킬 수 있는 상상적 기능 |

가. 기능성농산물의 필요성

- ① 환경오염, 공해원인 질병 증가에 대응한 의약품 이외의 식생활단계에서 면역력 증강 식품, 농산물 필요(아토피, 알러지, 기관지염, 천식 등)
- ② 육류소비 증가에 따른 성인병 대응 필요
- ③ 인간수명연장에 따른 SILVER산업소재식품으로써 기능성농산물 수요 증가
- ④ 친환경농산물의 유해성 논란(식물독성, 질산염, 환경홀몬 등)으로부터 해결 가능한 대안

나. 기능성채소의 조건

기능성채소가 되기 위해서는 표 4에서 나온 것과 같은 몇 가지 조건을 충족시켜야 한다. 기능성채소는 임상실험 등을 통해 직접 증명되지는 않았지만 우리의 전통적이면서도 과학적인 의학서인 동의보감 등에 명시된 효능이 있는 것이면 가능하다고 본다. 특히, 약용식물학 등에 명기된 사항을 기능성이 있는 것으로 이와 같은 문헌을 통해서 입증된 식물을 선별해서 가꿀 필요가 있다. 아울러 기능성 물질을 재배적 방법을 통해 첨가시키는 것도 한가지 방법이다.

[표 26] 기능성채소의 조건

| |
|--|
| 1. 사람의 건강유지나 증진에 기여를 할 수 있는 채소. |
| 2. 채소에 함유된 성분이 보건용도로서 의학, 영양학적으로 명확하게 판명된 것이어야 한다. |
| 3. 적절한 채소의 섭취량이 의학·영양학적으로 효과가 있어야 함. |
| 4. 기능성채소에 함유된 성분이 먹어도 인간에 절대 안전할 것. |
| 5. 기능성채소에 들어있는 유기·무기물이 분석을 통해서 정량할 수 있어야함. |
| 6. 신선한 상태로 채소를 이용하거나 건조채소로 이용하더라도 어떤 성분이 존재해야 한다. |
| 7. 채소에 들어 있는 성분이 다만 의약품으로 사용되고 있지 않은 것이라야 한다. |

[표 27] 생산과정에서의 기능성채소 설계

| 요 인 | 생산시 중요한 점 |
|------------|---|
| 작물 선발 | 소비자 기호와 항암성 물질 또는 약리적 효과를 고려해서 채소를 선발해서 가꾼다. |
| 관수 조절 | 대체로 다량 관수보다 다소 건조한 관수가 기능성 물질인 맛과 향을 증진시킨다. 점적 관개에 의한 급수량 조절 필요. |
| 시비 개선 | 배추과 매운맛 증진을 위해서는 유안 사용, 기능성분이 들어 있는 유기질비료 사용. 기타 당도증진을 위한 미생물비료 이용. |
| 온도 조절 | 최적온도조건을 주어야 기능성물질의 합성, 전이, 축적 유리 |
| 병충해 방제 | 침투성 살충제는 맛과 향을 결정적으로 나쁘게 하므로 방제에 초점을 맞춘다. 장기 재배시는 토양 증기소독이 필요. |
| 수확 시기 | 수확시기에 따라 기능성 물질의 함량이 다르다. 허브류는 개화직전에 가장 기능성 성분 함량이 높다. |
| 포장 및 유통 개선 | 유통 중에 기능성물질이 변질, 휘발하게 되므로 랩 등에 포장 후 콜드체인을 이용한 저온수송이 요구됨. 잎채소류는 대량포장에 따른 변색에 유념. |
| 기 타 | 제조제 등은 생산시 금하고 다양한 기능성 향상 물질이 필요. |

나. 기능성 자재의 특성

채소의 기능성을 강화시킬 수 있는 소재는 천연유기산(휴믹산 등), 천연해초나 해조류 추출물(각종 미네랄 및 효소, 홀몬 등이 함유), 한약재료의 엑스, 천연광물질(견운모, 맥반석 등), 키토산, 특수목의 목초액, 죽초액 등 다양한 것들을 얻을 수

있다. 이러한 물질은 특정 농도에서 근권산도를 저하시켜 생리장애를 유발하거나 생장이 억제되는 탄닌, 염류 등의 성분을 함유하는 경우가 많으므로 전문가의 조언이나 정밀한 분석후에 사용하는 것이 필요하다.

필자의 경우 인삼을 미생물로 발효시켜 만든 액을 상추에 엽면살포할 경우 상추를 수확한 후에도 사포닌 특유의 향이 강하게 나는 특성을 갖게 되지만 특정농도 이상에서는 생육억제 장애가 심하게 나타난 경험을 얻은 바 있다.

특히, 셀레늄, 게르마늄 등의 경우는 무기상태로 상추에 집적될 경우 이것이 인체에서 유해한 결과를 초래하게 되고, 게르마늄광물질의 경우 비소, 카드뮴 등 중금속이 함유되어 있는 경우도 있으므로 주의를 요한다.

오늘날 친환경 유기농업 현장에서는 축산분뇨 또는 이를 호기발효시킨 퇴비를 사용하여 왔다. 국제유기식품 생산규격인 FAO/WHO Codex유기식품규격에서도 해초류를 이용한 작물보호강화제를 허용하고 있다. 따라서 갈색해초류를 이용한 기능성 퇴비에 대한로서의 사용 가능성의 검토가 국내에서도 필요한 시점에 있다. 해초를 혼합한 퇴비는 향후 채소재배농가에게 질산염 저감용 기능성 퇴비로 활용될 수 있다.

기능성자재는 아래와 같은 조건을 만족시킬 필요가 있다.

- ① 작물 신진대사 촉진 및 생산물의 영양가치 추구, 안전성
- ② 농약, 중금속, 환경홀몬, 산업오염물질 등으로부터 보호 기능
- ③ 1, 2회처리만으로 반복처리 효과, 또는 다양한 시너지효과
- ④ 물, 토양의 구조와 화학성을 변화시켜 식물보호 기능

미생물과 여러 가지 효소제들이 아래와 같은 분야를 목표로 제품화 되고 있다.

- ① 토양개량 : 유효미생물과 키토산, 근균균 등과 효소제
- ② 생육 및 품질개선 : 광합성 증대, 당도 개선, 엽록소 함량 증가
- ③ 생리장애 예방 : 고온, 저온 등 불량환경에 대한 저항성
- ④ 병해충 방제 : 세균, 진균류 및 선충, 해충의 선별 구제
- ⑤ 품질 유지 및 저장성 증대

다. 기능성물질 처리 시험

수확중·후반의 딸기 시설재배농가에 기능성물질 HA(leonardite추출 휴믹산), IL(일라이트), FG("프리그로", 해초추출물), SB(스테비아, 고당도식물추출물), SS("스포지소일", 유카식물추출물) 등을 유형별로 혼합조성물을 제조하여 관주 및 엽면살포 처리한 결과 HA+IL 관주 및 SB 엽면살포, FG+SB 엽면살포 처리구에서

당도가 2°Bx 정도 증진되었으며 특히, 최고당도증진효과는 장희 품종에서 FG+SB
 엽면살포구로 +3.24°Bx였다.

[표 28] 몇가지 기능성 천연물질처리에 따른 딸기의 당도 반응(처리후 3일)

| 품종 | 무처리 | PLUS (종합) | HA+IL | HA+IL+SB | FG | FG+SB | SS | SS+SB |
|----|------|--------------|-------|----------|------|-------|------|-------|
| 장희 | 7.03 | 9.10 | 8.80 | 9.57 | 8.98 | 10.27 | 8.88 | 9.30 |
| 여봉 | 7.80 | - | 9.23 | 9.00 | - | 8.35 | - | 8.24 |
| 평균 | 7.42 | - | 9.02 | 9.29 | - | 9.31 | - | 8.77 |

자료 : (사)한국온실작물연구소, 기능성농산물 생산기술개발, 2002-2003

표 14는 600평 이상 시설재배 농가현장의 수확중에 있는 작물에 기능성물질 HA
 (leonardite 추출 휴믹산)와 IL(일라이트)을 일정농도로 혼합한 조성물을 관주 및
 엽면살포(1회처리후 3일째 2회 처리)하였을 경우 각 품목 공히 당도, 비타민C 함량이
 증진되는 결과를 보였다.

[표 29] 휴믹산 및 일라이트 처리에 따른 과채류의 품질반응

| 품 목 | 품질평가항목 | 처리후 4일째 | | 처리후 7일째 | | 최 대 효과지수 |
|--------------|------------|---------|------|---------|-------|-------------|
| | | 무처리 | 처리구 | 무처리 | 처리구 | |
| 방울토마토 | 당 도 (°Bx) | 5.4 | 5.8 | 5.4 | 6.0 | 111.1 |
| | 비타민C (ppm) | 46.9 | 48.3 | 54.0 | 60.8 | 112.6 |
| 완숙토마토 | 당 도 (°Bx) | 6.6 | 7.2 | 7.0 | 7.4 | 105.7 |
| | 비타민C (ppm) | 18.3 | 26.9 | 21.4 | 25.0 | 116.8 |
| 오 이 | 당 도 (°Bx) | - | - | 3.0 | 3.0 | 100.0 |
| | 비타민C (ppm) | - | - | 5.0 | 7.4 | 148.0 |
| 딸 기 | 당 도 (°Bx) | 7.2 | 7.5 | 7.8 | 8.4 | 107.7 |
| | 비타민C (ppm) | 63.5 | 69.6 | 64.0 | 70.0 | 109.4 |
| 파프리카 (적색) | 당 도 (°Bx) | - | - | 8.0 | 8.2 | 102.5 |
| | 비타민C (ppm) | - | - | 172.2 | 196.4 | 114.1 |

(주) 한국온실작물연구소 자체분석(비타민C RQ-Plux, 당도계)

국내에서 재배된 사례가 없는 34품종(자두형완숙, 자두형송이, 노랑색 대형완숙,
 노랑색 송이, 보라색 완숙토마토 등) 등을 수집하여 색상과 형태가 차별화된 8품종을
 선정후 아래와 같이 기능성 강화시험을 추진하였다.

- ① 배지 : 코코넛피트(파이버 성분 많은 것), 재배조(폭 25cm, 깊이 15cm)
- ② 양액관리 : 일본원예시험장 처방액을 이용하여, Start EC는 2.0dS/m으로 하고, 3일 간격으로 EC 0.2씩 집중시켜, 3화방착과기부터 급액EC를 4.0dS/m로 유지하였다.
- ③ 기능성물질처리 : 배지에 일라이트(illite)를 50g/평 혼입처리하고, 농축액 A, B 탱크에 휴믹산을 희석하여 근권으로 5-10ppm 범위로 혼입되도록 하였다.
- ④ 당도증진처리 : 수확전 3~7일부터 1주간격으로 아래와 같이 관주처리
 - 처리 I (T1) : 스테비아 추출액(SB) 2,000ppm
 - 처리 II (T2) : SB 2,000ppm + 해조류추출액(FG) 1,000ppm
 - 처리 III (T3) : SB 2,000 + FG 1,000 + 휴믹산 100ppm

[표 30] 기능성토마토 생산을 위한 당도증진처리 효과

| 품 종 | 종묘사 | 특 징 | 당도 및 당산비 증진효과 | | | | 평균과중 감소율 (%) |
|-----------------|----------|-----------|---------------|------------|---------|------------|--------------|
| | | | 처리후 반응일 | 당도증진 (°Bx) | 당산비 (%) | 당산비 증가율(%) | |
| Comperi | 드루터 | 적색원형 송이 | 2주 | 1.00 | 1.49 | 13.95 | 7.44 |
| 아지 (적기린) | 다끼 | 적색대추 방울 | 2주 | 0.87 | 1.84 | 13.50 | 11.41 |
| GoldRush | 아사이 (농원) | 황색원형 방울 | 2주 | 1.33 | 1.73 | 22.09 | 8.47 |
| 세레나테 | 무사시노 | 적색꼭지 달린대형 | 1주 | 1.83 | 1.42 | 27.12 | 14.89 |
| Lovely40 Orange | 교와 | 황색원형 송이 | 2주 | ≈2.0 | - | - | 0? |

(주) 당도증진 처리 물질 : 해초추출액+스테비아추출액을 1:1비율로 혼합한 조성물

- ⑤ 연구개발 결과 : 표 30과 같이 대부분의 품종에서 처리후 1, 2주후 당도증진 효과가 나타났으며, 휴믹산 첨가에 따라 근권EC 수준이 매우 높은 환경에서도 배꼽썩음과의 발생은 거의 없었다. 표에 표기하지 않은 품종으로 적색카테일토마토품종(35~50g)과 적색자두형완숙토마토(80~150g)는 평균당도 6°Bx이며, 향과 저장성이 강하고, 당도증진효과도 1.5°Bx 이상으로 높고, 공동과가 없으며 다수성인 것이 확인되었다.

[표 31] 몇가지 천연물질의 관주처리에 따른 딸기의 당도증진효과

| 품 종 | 무처리 | HA+IL | HA+IL+SB | FG | FG+SB | SS | SS+SB |
|-----|------|-------|----------|------|-------|------|-------|
| 장 희 | 7.03 | 8.80 | 9.57 | 8.98 | 10.27 | 8.88 | 9.30 |
| 여 봉 | 7.80 | 9.23 | 9.00 | - | 8.35 | - | 8.24 |
| 평 균 | 7.42 | 9.02 | 9.29 | - | 9.31 | - | 8.77 |

(주) SS(유카추출물), SB(스테비아추출물), FG(해초추출물), IL(일라이트 분말), HA(액상 휴믹산)

농가에서 시설재배중인 딸기의 당도 증진제 개발을 위하여 몇가지 기능성 천연물질을 선별하여 처리한 결과는 표 31과 같이 HA+IL관주 및 SB엽면살포, FG+SB 엽면 살포 처리구에서 당도가 2°Bx 정도 증진되었으며, 장희 품종에서 FG+SB 엽면살포 구가 +3.24°Bx의 당도증진효과가 가장 높았다.

[표 32] 과채류 시설재배농가에 대한 천연물질 관주처리가 비타민C 함량과 당도에 미치는 영향

| 품 목 | 품질평가항목 | 처리후 4일째 | | 처리후 7일째 | | 최 대 효과지수 |
|-----------|------------|---------|------|---------|-------|----------|
| | | 무처리 | 처리구 | 무처리 | 처리구 | |
| 방울토마토 | 당 도 (°Bx) | 5.4 | 5.8 | 5.4 | 6.0 | 111.1 |
| | 비타민C (ppm) | 46.9 | 48.3 | 54.0 | 60.8 | 112.6 |
| 완숙토마토 | 당 도 (°Bx) | 6.6 | 7.2 | 7.0 | 7.4 | 105.7 |
| | 비타민C (ppm) | 18.3 | 26.9 | 21.4 | 25.0 | 116.8 |
| 오이 | 당 도 (°Bx) | - | - | 3.0 | 3.0 | 100.0 |
| | 비타민C (ppm) | - | - | 5.0 | 7.4 | 148.0 |
| 딸기 | 당 도 (°Bx) | 7.2 | 7.5 | 7.8 | 8.4 | 107.7 |
| | 비타민C (ppm) | 63.5 | 69.6 | 64.0 | 70.0 | 109.4 |
| 파프리카 (적색) | 당 도 (°Bx) | - | - | 8.0 | 8.2 | 102.5 |
| | 비타민C (ppm) | - | - | 172.2 | 196.4 | 114.1 |

표 32는 600평 이상 재배중인 과채류 시설농가에 일라이트(illite) 100ppm과 휴믹산 25ppm을 혼합한 혼합조성물을 관주 및 엽면살포(1회처리후 3일째 2회 처리) 하였을경우 각 품목 공히 당도, 비타민C 함량이 증진되는 결과를 보였는데 오이와 파프리카, 고추 등에서 처리후 7일째 비타민C가 1.5~1.7배 수준으로 증진되었다.

10. 친환경농산물의 상품화방안

가. 소량 다품목의 소비

생식 등에도 소비자의 관심이 높아지고 있고, 경제수준이 높아질수록 채소 소비 증가경향을 보이므로 향후 소비량 증대가 더욱 진전될 전망이다.

나. 품질의 고급화 및 차별화

- ① 시장 대형화, 전문화 : 백화점, 할인매장, 하나로마트 등
- ② 차별화 : 신품목, 신품종의 수집, 색상의 차별화(녹, 백, 황, 적색 등)
- ③ 품질 수준에 따른 경매가격 차이 심화

다. 건강지향적 소비

- ① 친환경 안전농산물 (일반농산물 대비 가격 1.2~1.4배)
- ② 새로운 기능성 채소 (게르마늄, 비타민C)
- ③ 자원식물, 약용식물의 재배
- ④ 기능성 가공식품 (유산균쌀, 동충하초쌀, 녹차쌀 등)

라. 명품 캐릭터화와 CI(이미지통합화)

- ① 공인기관의 품질인증마크나 품질 분석결과
- ② 지자체 단체장 추천농산물
- ③ 이미지 통합화로 브랜드화 촉진 : 지역별 청정환경, 문화수준 등 반영

마. 소비의 유행성

- ① 식문화가 변화 및 소비자 뉴스에 즉각 대응 : 다종다색의 고영양가 채소 품목의 모듬쌈채소 등은 상당한 인기가 있다.
- ② 신상품의 개발, 신품종의 개발
- ③ 가공용채소, 식용화훼, 허브

바. 상품화 방안

- ① 품목별 전용시설과 품질조절 환경장비의 개선
- ② 틈새작목, 희귀작목, 자원식물의 도입
- ③ 소포장, 예냉에 의한 품질조절과 cold-chain화
- ④ 인터넷의 활용
- ⑤ 기술지원체계 확보와 전문가정보획득

사. 포장 및 유통개선

채소의 기능성분을 실시간으로 분석하여 적어도 2~3가지의 기능성분 함량을 출하시마다 스티커로 부착하는 것도 한가지 방법이다. 예를들면 비타민C, Ca, Fe 등은 5~10분이면 충분히 간이분석을 해낼 수 있다.

기능성 성분은 출하과정에서 너무 온도가 높거나 개별 포장을 하지 않은 채 출하하면 성분이 급격히 휘발되거나 변화된다. 따라서, 신선함이 중요하기 때문에 콜드체인을 이용하는 것이 좋다. 그래야만 기능성분이 소비자에게 많이 공급될 수 있다.

Ⅲ. 결 론

친환경농업을 발전시키기 위해서는 친환경농업 전후방산업을 활성화하고, 농가 현장 기술 지원시스템이 확립되어야 하며, 마케팅 체제가 확실해져야 한다. 친환경농산물 인증농가는 5~7년 동안 화학비료, 농약을 사용하지 않으면서 소득력이 크게 약화되어 있기 때문에 친환경농산물 인증농가에 대한 소득보전제, 직불제 등 농가소득 부양대책도 필요하다.

유기질비료(퇴비, 영양제)의 경우 농가마다 제조법이 다르고, 공장적 축분뇨 사용이 금지되면서 새로운 형태의 유기질비료 생산기술이 개발되고 보급체제를 확립해야 한다. 예를들면, 농가에서 용이하게 취급할 수 있도록 펠릿형 완전비료의 개발이 촉구된다. 특히, 지역별 부존자원(해초류, 한약재, 자생식물, 바크, 톱밥 등)을 활용하는 것이 원자재 공급과 지역농산물의 브랜드화에도 도움이 될 것이다.

오랜기간 친환경농산물 인증을 받기 위하여 가꾸어 온 땅이 폭우로 인한 침수, 태풍, 황사 등으로 한순간에 오염된 땅으로 바뀌는 상황이 언제든지 재현될 수 있기 때문에 재난에 대한 예방과 위기관리 시스템이 갖추어질 필요가 있다. 특히, 사후관리 측면에서 토양을 모니터링하고 응급조치하는 데 대한 기동성을 갖춘 전문적 기술지원체계가 마련되어야 한다.

화학비료와 농약을 사용하지 않는 것이 친환경농업이라고 인식하는 것은 문제가 있는 발상이다. 물과 화학비료의 사용량을 줄이면서 생산성을 높일 수 있는 관비재배, 수경재배는 오염된 토지, 불량환경에서도 인류의 먹거리를 안전하게 생산해 낼 수 있는 첨단 친환경농업기술임을 명확히 인식할 필요가 있다.

최근 환경오염과 서구화된 식생활 습관에서 오는 아토피, 면역력 저하 등이 화학물질을 사용한 농산물로부터 초래된다는 잘못된 인식을 고쳐 소비자에게 올바른 정보를 제공할 필요가 있다.

인간의 질병을 예방하고 고칠 수 있는 약품같은 농산물인 “기능성농산물”을 생산하는데 가장 용이한 재배방법이 수경재배이고, 관비재배 방법임을 확실하게 인지할 필요가 있다.

물론, 자연순환적 생태농업은 우리 농업이 추구해야할 가장 이상적이고, 후손에 물려줄 근본농법임은 분명하다. 그러나, 좁은 국토에 높은 인구밀도, 갈수록 심화되는 기상이변과 토지오염, 대기오염으로부터 안전한 먹거리로써 우리 농산물을 대량생산할 수 있고, 재배방법의 수직화, 계량화가 가능하며, 미래의 식물공장적 생산으로 접근하는데 가장 중요한 농업기술분야이면서, 수출농업의 선도적 역할을 하고 있는 수경재배는 친환경적 첨단농업기술분야로 평가 받아 마땅하다.

필자는 유기농업기술과 수경재배기술을 접목한 유기수경방법으로 쌈채소 등의 생산 시범을 보이면서 많은 소비자, 유기농 인증농가로부터 호응을 받았다. 유기농업기술을 좀더 과학적으로 접근하기 위해서는 현단계에서 애매모호한 생물학적 생산 위해요소를 도려냄과 동시에 첨단과학기술을 응용한 한국식 유기농업기술을 개발하고, 체계화해야 할 때이다. 수경재배분야도 같은 논리로 접근해야 할 필요가 있다.

가장 친환경적인 농업방식은 최종 단계에서 토양오염 원인과 오염량을 최소화해가면서 양질의 유기물과 기능성천연물, 미생물 등을 활용하여 토양의 복원력을 높이는 데 있다. 그러나, 농가의 소득이 보장되지 않는 한 친환경농업의 확대는 구호에 그치지 못할 것이다.

친환경농산물 인증농가에 대한 재배시스템 개선(예를들면, 관수자재의 현대화), 시설 및 장비의 현대화, 생산규모의 기업농화, 친환경농자재의 과학적 생산 및 보급시스템 확보 등 전후방 지원대책도 반드시 강구되어야 한다.

친환경인증을 받고자 신청한 농가가 아직도 깨끗한 음용수 기준의 물을 이용하지 않고 농수로의 물을 이용하는가 하면 액비용이나 병해충 조절을 위한 제제를 자가제조하는 과정에서 발효가 아닌 부패되어버린 오염된 제제를 사용하는 농가도 있다.

조개 껍질, 게 껍질, 한약부산물, 마늘 양파, 생선, 재배식물 잔사(과일, 줄기, 잎), 콩 등의 발효와 현미식초, 천혜녹즙, 목초액(죽초액) 그리고, 갖가지 영양제(영양보조제)와 유기질 퇴비 등 엄청난 유기농 제제를 농가마다 제조하여 그 제조기준과 결과물이 각양각색이고, 그 제조에 드는 노력과 비용은 실로 엄청난 것이다.

또한, 농약보다 위험할 수 있는 식물독성물질(phytotoxin), 천연물제제 등이 검증없이 생식용 채소 재배과정에 사용되어질 때 어렵게 소비자 가까이 다가간 우리 농산물이 외면당하지나 않을까 걱정해야 한다.

농장에서 식탁까지 농산물의 모든 생산이력과 유통이력정보를 소비자에게 제공하는 내용을 근간으로 하는 GAP인증이 없는 농산물은 이제 유럽시장에 한개도 내다 팔수 없다. 우리가 국제 기준에 적합한 농산물을 과학적으로 생산해내지 않으면 수출농업도 친환경농업도 모두 공멸하게 될 수 있음을 깊이 깨달아야할 때이다.

□ 참고문헌

1. Van Os, EA. 1994. Closed growing systems for more efficient and environmental friendly production. Acta Horticulturae 396, p. 25-32
2. 서명훈, 이상우, 이수연, 심상연, 이성재. 1999. 재순환식 양액관리·일관시스템 실용화 연구. '환경보전형 첨단 Recycling 양액재배시스템 개발' 보고서. 농촌진흥청.
3. 전라남도농업기술원. 2003. 기능성채소. 2003 영농기술교육 교재.
4. 손상목. 2002. 해초 혼합 기능성퇴비의 작물재배 효과.
5. 단국대학교한국유기농업연구소 홈페이지. <http://www.rioa.or.kr/>
6. 한국온실작물연구소. 1999. 시설과채류의 연작장해 회피와 고품질 안정생산을 위한 토양양액재배시스템 및 재배기술체계 확립. 농림부 농림기술개발과 제 최종보고서.
7. 국립농산물품질관리원 홈페이지. <http://www.naqs.go.kr/>
8. 농림부 홈페이지. <http://www.maf.go.kr/>
9. 경남농업기술원 홈페이지. <http://www.knrda.go.kr/>