

원적외선이 식물생육에 미치는 영향

- 여름쪽파 재배시 EM 및 생광석처리가 쪽파의 생육 및
항산화 물질 생성에 미치는 영향 -

안승원 박사 (공주대학교 교수)

농업 생산은 식물의 광합성에서 시작하여 그 에너지를 질소대사에 연결시킴으로서 성립되는 것인데 그 원재료($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{빛에너지}$)들은 본래 무료인 것이다. “무에서 유를 만드는 것이 농업” 이라고 하면 듣기는 좋지만. 경제 행위로서는 효율이 너무 나쁘다. 그 이유는 태양에너지의 이용률이 너무 낮기 때문이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 종합적인 수단으로 대응 할 필요가 있다. 농업의 생산 수준을 높이기 위해서는 식물의 엽록체가 이용하지 못하는 가시광선과 태양에너지원의 80% 가까이를 차지하는 적외선의 이용, 그리고 유기물(동식물의 잔사)을 발효시켜 유기에너지로 전환, 재이용하는 등의 방법이 요구된다(히가, 1991).

또한 유기물을 가용화하는 발효균군은 식물이 유기물을 직접 이용할 수 있는 환경을 만들어 내는 능력이 있다. 이처럼 태양에너지를 직접·간접적으로 이용하고, 유기물을 유기에너지(아미노산과 당류, 각종 활성물질)화 하여 유효하게 이용하는 농업이 필요하다.

원적외선은 식물뿌리의 물분자 진동을 높이며, 표면장력이 커지고, 줄기 중의 관에 물분자가 올라간다. 그렇게 되면 뿌리는 물을 빨아올린다. 뿌리의 물분자의 진동이 세차면 세찰수록 물은 자꾸 올라간다. 그리고 모든 잎사귀는 함수량이 많아지고, 잎사귀 중의 함수량이 많아지면, 잎사귀의 기공이 열리고 물은 증발한다. 물분자는 원적외선을 받으면 표면장력이 커지며 따라서 모세관현상이 좋아지고, 또한 대사 활동 촉진되어 성장속도가 빨라진다(사노, 2004).

제오라이트, 맥반석, 생광석 등은 적외선 발생이 비교적 크며, 공명역을 갖고 있거나 물리화학적으로 결합을 자르는 힘을 가지고 있다. 여기서는 생광석의 특성을 살펴보면, 생광석 분말의 적외선 발생 스펙트럼은 온도에 따라 $20^\circ\text{C} < 40^\circ\text{C} < 50^\circ\text{C}$ 순으로 온도가 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였으며 2

0℃의 상온에서도 0.8정도로 높았으며, 발생하는 적외선의 주 파장은 800~1100nm 범위였다.

제1장 서론

쪽파(Wakegi)는 파(*A. fistulosum* L.)와 분구형 양파(*A. ascalonicum* L., Shallot)를 교잡친으로 하는 잡종기원의 재배식물로서 잎의 채소로 이용한다(고 등, 1993). 쪽파는 염색체수 $2n=16$ 이고 파가 추대할 무렵에 왕성히 생장하고 종자는 불임성으로 여름에 인경을 형성하고 휴면하며 인경에 의한 영양 번식을 행한다.

쪽파는 철분, 비타민 A, C가 풍부하고 항산화물질이 함유하고 있어 노화를 방지하며 각종 요리에 양념용이나 김장용으로 이용하고 봄·가을에 단경기 채소로 이용하고 있다. 현재 많은 농가에서는 작형분화로 인한 연작재배와 비료 및 농약의 다량 사용으로 품질저하, 생리장애 발생 등의 문제점이 많이 발생하고 있다.

생물은 공기중의 산소를 호흡으로 수중에 넣어 유기물을 산화시켜 생명활동에 필요한 에너지를 꺼내고 있지만 그 과정에서 적지만 유해한 활성산소로 불리는 물질이 나올 수 있다. 이 활성산소는 유전자의 본체인 DNA나 세포막을 만들고 있는 지방질 분자를 파괴하기 위해 여러가지의 장애를 일으킨다. 그러나 활성산소라는 것은 사실은 여러가지의 발암성 물질이나 환경오염물질 더우기 방사선이나 자외선 등으로도 발생하는 것이다. 폴리페놀로 불리는 물질은 식물에 넓게 분포하고 있지만 그 역할에 대해서는 명확하게 되어 있지 않다. 식물은 동물과 달리 태양으로부터 자외선 등의 영향을 보다 받기 쉬울 것이므로 활성산소의 소거 물질을 많이 가지고 있는 것이 필요하다(吉岡, 2000).

최근 소득증가로 인한 생활수준의 향상으로 인해 식품의 영양학적 측면에서 생체방어, 질병의 방지 및 회복, 노화억제 등의 건강 기능성에 대한 관심이 증가되고 있다. 인간의 질병 및 노화는 개사과정 중에서 발생하고 산화반응에 기인하며 이런 radical들은 체내 지질, 단백질 그리고 핵산과 같은 물질의 손상을 유발한다. 따라서 체내에서는 유해한 radical을 제거하기 위해 여러 효소적·비효소적 반응이 진행된다(Fang 등, 2002; Morrissey 등, 1998).

여러 연구에 결과에 의하면 과채류 등과 같은 식물성 식품을 충분히 섭취하는 것이 노화 지연 및 심혈관 질환, 동맥 경화, 암, 당뇨 등과 같은 만성질환의 예방과 치료에 도움이 되는 것으로 밝혀지고 있다(Willet, 1994; slavin, 1997; Temple, 2000; Feskanich 등, 2000).

김치의 항산화성과 항산화 성분에 관한 연구가 일부 보고 되고 있다(Kang, 1994; Cho, 1993; Park, 1993). 김치의 양념재료로 고추, 쪽파, 마늘, 생강은 거의 필수적으로 첨가되는 부재료이다. 고추에는 β -carotene과 ascorbic acid의 함량이 높고 마늘은 ascorbic acid가 다량으로 함유되어 있으며 마늘의 garlic oil은 지방산 산화효소인 lipoxygenase의 활성을 저해한다고 알려져 있다. 생강은 gingerone과 shogaol 등과 같은 페놀성 화합물을 함유하고 있으며 쪽파의 녹색부분에는 비타민A와 ascorbic acid가 많아 김치 부재료에 의한 항산화 효과로 크게 기대된다(Lee, 1996).

본 실험은 쪽파의 유효미생물제제(EM) 및 생광석(BLS)처리에 의한 유기농 재배로 화학비료 및 농약사용을 줄여 농가소득증대에 기여하기 위해 여름쪽파의 생육과 항산화 생성 물질을 구명하기 위하여 실험을 실시하였다.

제2장 재료 및 방법

2.1. EM미생물제제 및 생광석 시용이 쪽파의 생육에 미치는 영향

2.1.1 공시재료 및 재배관리

본 실험에 사용된 식물재료는 제주도, 안면도, 경북 예천, 전남 무안, 충남 예산의 쪽파 종구를 사용하였고 종구의 평균무게는 무안은 $3.2 \pm 0.5g$ 정도, 제주도·안면도·예천은 $2.1 \pm 0.3g$ 정도였고 예산은 $1.2 \pm 0.2g$ 정도의 종구를 사용 하였다.

EM(유용미생물)은 EMRO에서 공급하는 것을 사용했으며, 생광석은 한국생광석(주)에서 공급하는 1,200mesh의 생광석을 사용하였다. 포장시험은 공주대학교 산업과학대학내 하우스 시험포장에서 2004년 8월 1일부터 2004년 9월 11일까지 포기사이 12cm \times 줄사이 12cm로 재식하였으며 파종전에 포장 전체에 EM(유용미생물)과 쌀겨로 혼합해서 발효시켜 만든 발효퇴비(보카시)를 10a당 400kg씩 뿌려서 땅을 경운을 해 주었다. 또한 10a당 40kg씩 뿌려서

땅을 경운을 해 주었다. 시험구배치는 지역별 무처리구와 EM 및 생광석처리 구마다 3반복으로 실시하였다.

2.1.2 공시토양

토양 진단으로 pH(산도)와 유효인산, 치환성양이온, EC(전기전도도)를 쪽파의 파종전과 파종 후에 시험구별로 토양의 표면을 알맞은 크기로 20cm정도 깊이 까지 파서 처리구마다 3부분의 흙을 채취하여 실험실에서 음지에서 건조한 후에 측정하였다.

파종 전 포장의 pH는 5.7이었고 이러한 산도는 적당한 수준으로 작물재배에 있어서는 적합한 수치였다. 유기물 함량은 기준치보다 낮은 수치를 나타내었고, 유효인산은 적합한 수치였고, 치환성양이온의 수치는 K와 Ca는 적합한 수치였으나 Mg은 기준치보다 약간 높게 나왔고, EC는 2.05dS/m로 기준치보다 약간 높았다.

Table 1. Soil component of experimental field.

	pH (1:5)	OM ^z (g/kg)	Av. P2O5 (mg/kg)	Ex. (cmol+/kg)			EC (dS/m)
				K	Ca	Mg	
experimental field	5.7	0.9	129	0.21	5.8	2.4	2.05

zOM : Organic material.

2.1.3 처리방법

(1) 관수처리

관수방법은 점적관수를 사용하였으며 기온과 토양의 건조에 따라서 그 상황에 맞추어 관수를 하였다.

(2) 차광처리

차광처리는 시중에서 판매되고 있는 흡색 유공필름(12cm × 12cm)으로 지면의 온도를 낮추었고, 차광막을 이용하여 하우스의 천정 위를 덮어 하우스내

의 온도를 낮추었으며 온도가 높아졌을 경우에는 환풍처리를 하여 온도를 낮추었다. 기온이 다소 떨어진 9월 1일에서 수확일인 9월 11일까지는 차광막을 걷어 처리하였다.

(3) EM미생물제제 및 생광석처리

시험구는 EM(미생물제제 발효활성액) 및 생광석처리구와 무처리구의 2시험구를 설치하였다. 파종 전에 재배할 전체 포장에 EM(고상미생물제제 : 보카시) 및 생광석을 토양에 골고루 섞어주었으며, 파종 후에는 종구에 싹이 나왔을 때부터 EM미생물제제 500배액을 물에 희석하여 분무기로 3일에 한번씩 엽면살포를 실시하였고 대조구는 EM미생물제제와 같은 양의 물을 엽면살포하였다.

2.1.4 생육조사

실험종료일인 9월 11일에 생체중과 건물중을 측정하였다. 생체중 측정은 측정의 오차를 줄이기 위하여 수확 후 바로 측정하였다. 건물중의 측정은 Dry oven에서 70℃로 48시간 동안 건조 후 측정하였다.

통계처리는 SAS(SAS Institute, Cary, N.C.)를 이용하여 Duncan의 다중검정(DMRT, Duncan multiple range test)에 의해 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

실험 2. 항산화 물질 생성에 미치는 영향

2.2.1 공시재료

본 실험에 사용된 재료는 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical을 이용한 전자공여능 방법을 선택했으며, 이것은 DPPH의 짙은 청색이 환원됨에 따라 탈색되어 흡광도가 감소하는 원리를 이용한 것이다. 분석은 충남농업기술원 정밀실험실에서 자외-가시분광 광도계(Spectro Photometer)를 이용하여 측정하였다.

2.2.2 실험방법

항산화 측정을 하기 위한 전자 공여능은 Leong 등(2002)의 방법을 변형하여 실행하였고, 항산화의 생성정도를 간단하게 알 수 있기 위해서 이 방법을 선택하였다.

종구별 수확한 쪽파(EM처리구 및 생광석과 무처리구) 100g에 물(증류수) 100ml를 큰 건더기가 나오지 않도록 잘게 파쇄해서 나온 액체를 여과지에 여과한 후 나온 여과액과 DPPH분제 0.02g과 95%의 에탄올 230g을 혼합하여 만든 DPPH용액(비침가구)을 가지고 DPPH 용액 0.8ml와 쪽파 여과액 0.1ml를 혼합(시료첨가구)하여 정확히 30분을 방치한 후 반응용액의 흡광도 변화를 자외-가시분광 광도계(Spectro Photometer)를 이용하여 525nm에서 비침가구와 시료첨가구의 흡광도의 차를 3반복으로 실험하였다.

2.2.3 반응조사

비침가구에 각 지역 처리구별 여과한 용액을 섞어 반응된 액(시료첨가구)을 비침가구와 함께 자외-가시분광 광도계에 넣어서 측정, 비침가구 값 보다 낮은 수치의 값을 가지고 항산화 물질의 생성으로 보고 이것을 조사하였다.

제3장 결과 및 고찰

실험 1. EM미생물제제 및 생광석시용이 쪽파의 생육에 미치는 영향

3.1 토양 변화에 미치는 영향

토양 pH는 무처리구와 EM 및 생광석처리구에서 각각 5.9, 5.8을 나타냈으며. 유기물은 무처리구 0.6g/kg, EM 및 생광석처리구에서 0.9g/kg를 나타내었다. 유효인산은 무처리구에서 135mg/kg이고 EM 및 생광석처리구는 105mg/kg이었다. 치환성양이온은 무처리구에서 K는 0.14cmol+/kg, Ca는 4.3cmol+/kg, Mg는 1.5cmol+/kg이었고 EM 및 생광석처리구에서는 K가

0.5cmol+/kg, Ca는 5.0cmol+/kg, Mg는 1.7cmol+/kg이었다. EC(전기전도도)는 무처리구에서 1.49dS/m였고, EM 및 생광석처리구에서는 0.59dS/m이었다(Table. 2).

최 등(2004)은 작물 생육에 필요한 토양의 pH는 5.5 ~ 7.0, 유기물은 25 ~ 30, 유효인산은 80 ~ 120, 치환성양이온 중 K가 0.25 ~ 0.30, Ca는 5.0 ~ 6.0, Mg는 1.5 ~ 2.0, EC(전기전도도)의 최적범위는 0.4 ~ 0.7이라고 하였으며 EC가 최적범위보다 낮으면 비료분이 적고 생육이 불량하고 너무 높으면 비료농도가 과도해서 생육장애가 일어난다고 보고하였다.

이를 미루어볼때 무처리구 토양은 pH, Mg는 적당했으나 유기물, 유효인산, K, Ca, EC는 적정범위보다 낮거나 높음을 알 수 있었고 EM 및 생광석처리구 토양은 pH, 유효인산, Ca, Mg, EC가 적정범위와 동일하며 유기물과 K가 적정범위보다 낮았지만 EM제제 및 생광석이 작물이 생육하기에 적당한 토양으로 만들어 주는 역할을 한다는 것을 알 수가 있었지만 단경기 재배로서는 확실하게 결정하기에는 어렵기 때문에 좀 더 연구가 필요 할 것이라 생각된다.

Table 2. Soil component of experimental field after this experiment.

	pH (1:5)	OM ² (g/kg)	Av. P2O5 (mg/kg)	Ex.(cmol+/kg)			EC (dS/m)
				K	Ca	Mg	
Nothing treatment	5.9	0.6	135	0.14	4.3	1.5	1.49
EM & BLS treatment	5.8	0.9	105	0.15	5.0	1.7	0.59

zOM : Organic material.

3.2 생체중과 건물중에 미치는 영향

실험 지역인 예산지역 쪽파를 기준으로 하여 비교한 결과 무처리구에서는 생체중이 제주도, 안면도, 예천, 무안지역이 예산지역보다 각각 0.6%, 15.5%, 27.5%, 47.2% 증량했으며 건물중은 생체중과 거의 비슷한 수준으로 증량되었고, EM 및 생광석처리구에서는 제주도, 안면도, 예천, 무안지역이 예산지역보다 27.4%, 22.3%, 31.5%, 51.4% 증량하였으며 건물중은 생체중과 마찬가지로 거의 비슷한 수준에서 증량하였다. 무처리구와 EM 및 생광석처리

구의 차이를 보면 전반적으로 EM 및 생광석처리구가 무처리구보다 생체중과 건물중이 증가한 결과를 나타냈다(Table 3).

각 처리구의 평균을 보면 무처리구의 생체중은 118.2%, 건물중은 118.7%, EM 및 생광석처리구의 생체중은 126.5%, 건물중은 125.1%이었다. 각 처리구별 생체중과 건물중의 비율이 거의 비슷한 비율로 나타냈다.

EM 및 생광석처리가 생체중과 건물중에 미치는 영향은 유의성이 인정이 되지 않았지만 오 등(2000)이 실험한 결과와 비슷한 결과를 나타내었다. 실험1에서는 EM 및 생광석처리가 종구의 미치는 영향에는 무처리구와 별차이가 없었는데 신장과 무게의 영향에 있어서는 조금 높은 경향을 보였다. 여름쪽파라는 단시일 재배에서 미치는 영향이라 EM 및 생광석처리의 경향을 제대로 분석할 수 없었지만 앞으로 EM 및 생광석처리에 관한 전반적인 연구가 계속해서 진행되어 여러 각도에서의 재해석이 필요할 것으로 생각된다.

Table 3. Effects of EM treatment on fresh weight and dry weight.

Area	Total fresh weight (g)	Percentage against control(%)	Total dry weight (g)	Percentage against control(%)
Average	62.0	118.2	5.3	118.7
N. ^x Yesan ^w	52.5c ^z	100.0	4.5c	100.0
N. Jejudo	52.8c	100.6	4.6c	102.2
N. Anmyondo	60.6bc	115.5	5.3bc	117.8
N. Yecheon	66.9ab	127.5	5.8ab	128.9
N. Muan	77.3a	147.2	6.5a	144.4
Average	68.1	126.5	5.9	125.1
E. ^y Yesan	53.8b	100.0	4.7a	100.0
E. Jejudo	68.5ab	127.4	5.9a	125.5
E. Anmyondo	65.8ab	122.3	5.6a	119.1
E. Yecheon	70.8ab	131.5	6.1a	129.8
E. Muan	81.5a	151.4	7.1a	151.1

wYesan : Control

xN : Nothing treatment

yE : EM & BLS treatment

zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

실험 2. 항산화 물질 생성에 미치는 영향

DPPH법은 토코페롤, 아스코로빈산, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는 정도를 항산화 물질의 전자공여능으로 알려져 있다(Blois, 1958).

EM 및 생광석처리가 쪽파의 항산화 물질 생성에 미치는 영향을 DPPH에 의한 전자공여능을 측정한 결과 Table 4와 같았다.

비침가구의 O.D(빛이 용액을 투과하는 정도를 측정)값 2.704를 기준으로 하여 제주도 지역 무처리구는 1.981이고 EM 및 생광석처리구는 1.690이었다. 안면도 지역은 무처리구가 1.957이고 EM 및 생광석처리구는 1.723, 예천지역은 무처리구가 1.945이고 EM 및 생광석처리구는 1.731, 무안지역은 무처리구가 1.934이고 EM 및 생광석처리구는 1.638, 예산지역은 무처리구가 1.977이고 EM 및 생광석처리구는 1.673이었다.

이것을 가지고 시료침가구와 비침가구의 흡광도차를 백분율로 표시한 전자공여능은 공식은 아래와 같은 식에 의해서 나타내고 결과는 Table 8과 Fig 1과 같았다.

$$\text{EDA}(\%) = (1 - A/B) \times 100$$

A: 추출물을 넣었을 때의 흡광도 값

B: 추출물 대신 동량 에탄올을 첨가했을 때의 흡광도 값

제주도 지역은 무처리구가 27%이고 EM 및 생광석처리구는 38%였으며, 무처리구보다 11%가 증가하였다. 안면도 지역은 무처리구가 28%이고 EM 및 생광석처리구는 36%였으며, 무처리구보다 8%가 증가하였다. 예산 지역은 무처리구가 28%이고 EM 및 생광석처리구는 36%였으며, 무처리구보다 8%가 증가하였다. 무안지역은 무처리구가 28%이고 EM 및 생광석처리구는 39%였으며, 무처리구보다 11%가 증가하였다. 예산지역은 무처리구가 27%이고 EM 및 생광석처리구는 38%였으며, 무처리구보다 11%가 증가하였다.

각 처리구의 평균을 보면 무처리구가 28%를 나타냈으며, EM 및 생광석처리구는 37%를 나타내었다.

최(2000)의 보고에 의하면 배추에는 35%, 고추 24%, 마늘 24%의 항산화성 물질이 생성된다고 하였는데, 무처리구의 쪽파에는 평균 28%정도의 항산

화 활성이 일어나고 EM 및 생광석처리시 평균 37%정도의 항산화 활성이 일어났다. 쪽파가 EM처리를 안했을 때에는 배추의 항산화성 보다 낮았지만 EM 및 생광석처리를 했을 때에는 높았다는 사실을 알았다.

이 결과로 보아 실험1에서는 EM 및 생광석처리가 산지 별 종구 크기 및 신장, 무게에는 크나큰 영향을 보이지 않았지만 쪽파의 항산화 물질 생성에 영향력이 있다는 것을 알 수 있었고 EM 및 생광석처리구가 무처리구보다 평균 9%정도의 항산화 활성이 일어난다는 것을 알 수 있었다. 즉 대조구에 비하여 항산화 활성 대비율은 예산지역이 41%, 제주도지역 41%, 안면도지역 29%, 예천지역 29%, 무안지역 39%증가하였고, 평균적으로 32%증가 했다.

Table 4. Effects of EM treatment on antioxidative activity.(Control O. D : 2.704)

Area	Nothing treatment		EM & BLS treatment		EB/N (%)
	O. D ^z	Percentage against(%)	O. D	Percentage against(%)	
Average	1.959	28	1.691	37	132
Yesan	1.977	27	1.673	38	141
Jejudo	1.981	27	1.690	38	141
Anmyondo	1.957	28	1.723	36	129
Yecheon	1.945	28	1.731	36	129
Muan	1.934	28	1.638	39	139

zO. D : Optical Density.

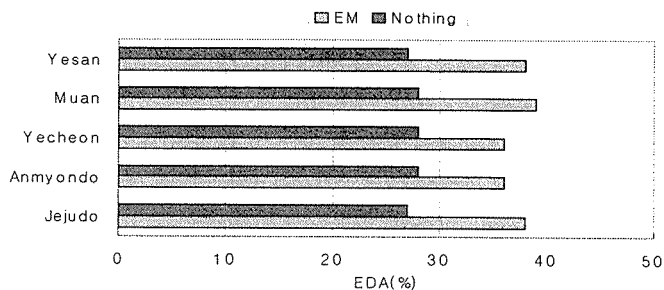


Fig 1. Antioxidative activity of *Allium wakegi* Araki.

IV 결론 및 요약

■ 여름쪽파 재배시 EM 및 생광석처리가 쪽파의 생육 및 항산화 물질 생성에 미치는 영향

1. 토양 pH는 무처리구와 EM 및 생광석처리구에서 적정 기준치를 보였으며, EM 및 생광석처리구 토양은 pH, 유효인산, Ca, Mg, EC가 적정범위와 동일하며 유기물, K가 적정범위보다 낮았다.
2. 무처리구와 EM 및 생광석처리구의 차이를 보면 전반적으로 EM 및 생광석처리구가 무처리구보다 생중량과 건중량이 증가한 결과를 나타냈다.
3. EM 및 생광석처리가 쪽파의 항산화 물질 생성에 영향력이 있다는 것을 알 수 있었고 EM 및 생광석처리구가 무처리구보다 평균 9%정도의 항산화 활성이 일어난다는 것을 알 수 있었다. 즉 대조구에 비하여 항산화 활성 대비율은 평균적으로 32%증가 했다.

■ 원적외선 에너지는 물분자간 결합인 수소결합에너지보다 크므로, 원적외선 조사로 물분자간의 수소결합이 절단된다고 보고 있으며, 짧고 용적이 적은 물의 분자집단으로 되어, 유해가스나 오염물질이 체외로 배설되고, 적은 물분자집단의 물분자가 세포막에 부착, 침투성이 증진되어 산소나 영양소의 공급 등으로 생체가 건강한 상태로 된다(사노, 2004).

참 고 문 헌

- 오주성, 이증성, 강경희, 김희태, 정원복, 정순재. 2000. 栽培地域 差異에 따른 微生物 醱酵堆肥의 施用效果
- 최종명, 이영복. 2004. 딸기 시설재배토양 및 시비관리
- 최홍식, 황정희. 2000. 김치 및 김치재료의 항산화 기능성
- 比嘉照夫. 1991. 微生物의 農業利用と 環境保全 -醱酵合成型土壤と作物生産-
- 比嘉照夫. 2003. <新世紀> EM環境革命 -EM技術と超循環型社會への道すじ-
- 高官達, 朴尚根, 李應鎬. 1993. 夏節期 養液栽培 쪽파의 生育에 미치는 遮光, 培地の 種類 및 養液 濃度の 影響. 農業論文集 35:71-79
- 佐野 洋, 2004, 遠赤外線セラミックス処理水の物性解析と利用技術, 日韓遠赤外線シンポジウム 10:121-130
- 吉岡 壽. 2000. 静岡県立大學 環境科學研究所
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 26, 1199 ~ 1204
- Cho, Y.S., Park, S.G., Jun, S.S., Moon, J.S. and Ha, B.S. 1993. Proximate sugar and amino acid composition of Dolsan leaf mustard, J. Korean soc. Food Nutr., 22, 48 ~ 52
- Fang YZ, Yang S, Wu G. 2002. Free radical, antioxidant, and nutrition. Nutrition 18: 872 ~ 879.
- Feskanich D, Ziegler RG, Michaud DS, Giovannucci EL, Speizer FE, Willett WC, Colditz GA. 2000. Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women. Journal of the National Cancer Institute 92: 1812 ~ 1823.
- Kang, S.G., Sung, N.G., Sin, S.C., Su, J.S., Choi, G.S. and Park, S.G. 1994. Screening of antimicrobial activity of leaf mustard (Brassica juncea) extract. J. Korean Soc. Food Nutr., 23, 1008 ~ 1013
- Lee, Y.O. 1996. Studies on the antioxidative characteristics and antioxidative substance of kimchi. Ph D. Dissertation, Pusan National University
- Leong LP, Shui G. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. Food Chemistry 76: 69 ~ 75
- Morrissey PA, O'Brien NM. 1998. Dietary antioxidant in health and disease. Int Dairy Journal 8: 463 ~ 472.
- Park, S.G., Cho, Y.S., Park, J.R., Jun, S.S. and Moon, J.S. 1993. Non-volatile organic acids, mineral, fatty acids and fiber compositions in Dolsan leaf mustard (Brassica juncea). J. Korean soc. Food Nutr., 22, 53 ~ 57
- Slavin JL, Jacobs D, Marquart L. 1997. Whole-grain consumption and chronic disease: protective mechanism. Nutr Cancer 27: 14 ~ 21.
- Temple NJ. 2000. Antioxidants. and disease: more question than answers. Nurt Res 20: 449 ~ 459.
- Willet WC. 1994. Diet and health: what should we eat. Science 254: 532 ~ 537.