

유기질비료 시용시 흑색비닐 멀칭이 봄 배추 생육에 미치는 영향

윤홍배 · 이종식 · 이예진 · 김록영 · 송요성 · 한승갑¹ · 이용복^{2*}

농촌진흥청 국립농업과학원, ¹국립원예특작과학원, ²국립경상대학교 생명과학연구원

Chinese Cabbage Growth Effected by Black Vinyl Mulching and Organic Fertilizer Application in Spring Season

Hong-Bae Yun, Jong-Sik Lee, Ye-Jin Lee, Rog-Young Kim, Yo-Sung Song,
Seung-Gap Han¹, and Yong-Bok Lee^{2*}

National Academy of Agricultural Science, RDA.

¹National Institute of Horticultural Science & Herbal Science, RDA.

²Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University

Organic fertilizers application has become a popular alternatives to reduce the dependence on chemical fertilizer in Korean farming systems. In this study, we evaluated the nitrogen (N) use efficiency and growth performance of Chinese cabbage grown by black vinyl mulching after application of organic and chemical fertilizers compared with no-mulching. The treatments included chemical fertilizer alone as control (NPK, N-P₂O₅-K₂O : 320-78-198 kg ha⁻¹), organic fertilizer alone (OF100), 70% organic fertilizer and 30% chemical fertilizer (OF70+N30), and 30% organic fertilizer and 70% chemical fertilizer (OF30+N70), which were all applied in the no-mulching plots and in plots with black vinyl mulching. Daily means soil temperature was 2°C higher in the black vinyl mulched treatments throughout the 54 days compared with no-mulched treatments. OF100 with black vinyl mulching gave highest soil inorganic N content. Also, Chinese cabbage yield increased 46% by black vinyl mulched compared with no-mulching in OF100 treatment. Without mulching, N use efficiency was, 44, 26, 29, and 27% in NPK, OF100, OF70+N30, and OF30+N70, respectively. However, black vinyl mulching much more effectively increased N use efficiencies by 56, 55, 51, and 39% in the same treatments in the order as mentioned above. Conclusively, combined organic and chemical fertilizers application with black vinyl mulching could be good practical technique to reduce a amount of used nitrogen because of its greater ability to enhance N use efficiency.

Key words: Chinese cabbage, Black vinyl mulching, Organic fertilizer

서 언

최근 정부는 친환경 녹색산업 구현을 위하여 2011년을 시점으로 제 3차 친환경농업육성 5개년 계획을 발표하였다 (www.mifaff.go.kr). 그 중 2010년 화학비료 사용량 242 kg ha⁻¹을 기준하여 2015년도까지 15% 감축 목표를 제시한바 있다. 이러한 이유로 화학비료를 대체할 양분공급원으로서 가축분퇴비를 비롯한 유기질비료의 사용량이 점차 증가할 것으로 예상된다. 특히, 유기질비료는 양분공급과 유기물 공급에 따른 작물 생산성 증진 및 토양 환경개선 효과 등이 알려져 있다 (Cho et al., 2009; Hong et al., 1973; Kang

et al., 2002; Lim and Lee, 1992; Lim et al., 1979; Lim et al., 1983; Yang et al., 2008). 국내 유기질비료는 종류별로 질소, 인산, 칼리의 주요 성분을 보충하고 있으며 (www.rda.go.kr), 현재 유통되고 있는 유기질비료는 단일 원료에 의해 제조된 것보다 2종이상의 원료를 배합하여 만든 혼합유박과 혼합유기질비료가 주류를 이루고 있다. Yun et al. (2011)이 국내에서 유통상품을 수거하여 분석한 결과 질소함량은 30.5-139.0 g kg⁻¹, 전 인산 2.3-96.3 g kg⁻¹, 전 칼리는 0.1-29.3 g kg⁻¹의 범위를 나타내었으며, Cho and Chang (2007)은 유기질비료가 가축분 퇴비에 비해 질소함량이 1-3배 정도 많으며, 유기질비료의 질소 대부분은 유기태로 존재하여 비효에 있어서 완효적 특징을 지닌다고 하였다. 한편, 노지에서 엽채류 등 채소작물을 재배할 경우 잡초 제거에 따른 인력소요 및 제초제 사용이 불가피한 경우가 있는바, 이에 대한 해결방안으로 비닐멀칭을 이용하고 있는

접수 : 2011. 11. 11 수리 : 2011. 11. 23

*연락처 : Phone: +82557721967

E-mail: yblee@gnu.ac.kr

농가가 많다. 최근 농가에서 멀칭을 위한 피복재는 대부분 비닐제품으로 흑색 등 유색비닐을 많이 사용한다. 멀칭 효과는 피복재 특성에 따라 상이하지만 대부분 잡초발생 억제, 토양 수분유지, 토양구조 개선, 적절한 토양온도 유지 등 다양한 효과가 있으며 (Robinson, 1988), 특히 Keiller and Smith (1989)는 흑색비닐멀칭의 경우 잡초발생 억제 효과, Wittwer and Castilla (1995)는 딸기 재배시 생산성과 품질 향상 효과를 각각 보고하였다. 그러나 양분이용율 측면에서 비닐멀칭 효과에 대한 연구결과는 거의 없는 실정인바, 본 연구에서는 작물의 수량 및 양분 이용율을 고려한 유기질비료의 합리적 사용방법을 제시하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험토양 및 유기질비료 특성 본 연구에 이용된 토양은 고평동의 미사질 식양토이며, 시험 토양은 유기물 함량 16 g kg⁻¹, 유효인산은 190 mg kg⁻¹으로 비옥도가 다소 낮은 편이었다 (Table 1).

연구에 사용된 유기질비료는 혼합유박비료로서 화학성분은 Table 2에 나타낸바와 같이 총 질소가 45 g kg⁻¹, 총 인산이 29 g kg⁻¹이었으며, 유기물함량은 860 g kg⁻¹이었다.

처리내용 및 배추재배 개요 시험 장소는 경기도 수원 소재 국립농업과학원 재배포장이었으며, 봄배추 (장미)를 재

배하였다. 처리구당 면적은 5×4 m = 20 m², 3반복 난괴법으로 실시하였으며, 처리구당 6개 고랑을 설치하고 배추 포기당 간격은 45×60 cm 조건으로 재배하였다. 이때, 비닐멀칭에 따른 배추생육량 비교 및 토양의 무기태질소 양분함량 변화를 조사하기 위하여 처리구별 6개 고랑 중 3개 고랑은 흑색비닐로 멀칭하고, 나머지 3개 고랑은 비멀칭 상태에서 배추를 재배하였다. 배추묘는 플러그 묘를 시중에서 구입하여 2011년 5월 4일부터 6월 28일 까지 54일간 재배하였으며 유기질비료 사용은 정식 2주전에 완료하였다. 처리내용은 NPK (표준시비구), PK (-N), 유기질비료 단용구 (OF100), 유기질비료 70+질소30 (OF70+N30), 유기질비료30+질소70 (OF30+N70)을 두고 실시하였다. 처리별 시비량은 표준시비구의 경우 작물별 시비처방 기준 (NIAST, 2006)에 따라 320-78-198 kg ha⁻¹ (N-P₂O₅-K₂O)을 사용하였으며, 유기질비료 단용구는 유기질비료에 함유된 질소량을 환산하여 표준시비구의 320kg N ha⁻¹ 해당량을 사용하였으며, 유기질비료 70+질소30 처리구는 표준시비구의 N 70% 해당량을 유기질비료로 나머지 30%는 요소비료로 환산시비 하였다. 반면, 유기질비료 30+질소70 처리구는 표준시비구의 N 30% 해당량을 유기질비료로 나머지 70%는 요소비료로 시비하였으며, 특히 유기질비료 처리구의 경우 인산과 칼리부족분은 용성인비와 염화칼리로 시비하였다 (Table 3). 각 처리별 질소와 칼리의 추비는 정식 3주, 6주차에 무기태질소 분석용 토양시료를 채취한 후 각각 사용하였다.

Table 1. The chemical properties of used soil in this experiment.

pH	T-N	OM	Avail. P ₂ O ₅	Exch. Cation		
				K	Ca	Mg
(1:5)	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹		
5.9	0.95	16	190	0.23	3.7	1.4

Table 2. The chemical properties of used organic fertilizer in this experiment.

T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	OM	Water content
g kg ⁻¹ , Fw.		%		
45.2	29.0	13.1	860	12.4

Table 3. Application of organic fertilizer and chemical fertilizer in this experiment.

Treatments	Basal fertilization				First additional fertilization	Second additional fertilization	
	Organic Fer.-N	Chemical fertilizers			Chemical fertilizers	Chemical fertilizers	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	N	K ₂ O
kg ha ⁻¹							
-N	0	0	78	140	0	0	58
NPK	0	160	78	140	80	80	58
OF70+N30	224	0	0	90	48	48	43
OF30+N70	96	64	16	120	80	80	50
OF100	320	0	0	0	0	0	0

식물체 및 토양 분석 배추는 수확 후 70°C에서 3일간 건조시켜 수분을 정량한 다음 분쇄하여 성분 분석에 사용하였다. 퇴비, 토양 및 식물체 총 질소는 황산으로 습식분해한 후 켈달 증류법으로 분석하였으며, 인산과 양이온 (K, Ca, Mg)은 국립농업과학원에서 발간한 토양 및 식물체 분석법 (NIAST, 2000)에 준하여 분석하였다. 토양의 무기태질소 (NH₄-N, NO₃-N)는 배추 정식 후 경과일수 3주, 6주 및 8주차에 시료를 채취하여 습윤상태에서 2M-KCl로 침출하여 질소자동분석기 (Bran+Luebbe Co.)로 측정하였다. 처리별 지온측정은 온도센서를 토중 10 cm에 묻고 데이터 로거 (Watch dog, Spectrum Technologies, Inc. 450)을 이용하여 2시간 간격으로 값을 측정하였으며, 이들 값을 일일 평균하여 변화패턴을 나타내었다. 처리별 배추의 질소 (N) 이용율은 다음과 같은 식에 준하여 산출하였다.

$$N \text{ 이용율 } (\%) = \frac{N\text{시비구 } N\text{흡수량} - N\text{무시용구 } N\text{흡수량}}{N\text{시비구의 } N\text{시비량}} \times 100$$

결과 및 고찰

처리별 지온 및 토양 무기태질소 함량 변화 흑색비닐멀칭에 따른 지온변화 패턴을 분석하고자 토중 10 cm내에 측정센서를 묻고 배추재배기간 동안 실시간 지온을 측정

한 값을 Fig. 1과 같다. 비닐멀칭구의 경우 54일간 일평균 지온함은 1,197°C로 비멀칭 처리구의 1,084°C에 비해 일평균 약 2.0°C 높게 나타났다. 특히 대기온도가 낮은 배추 생육초기인 5월 20일 까지 비닐멀칭구의 경우 비멀칭구에 대해 지온이 높게 유지되었다.

한편, 배추 재배기간내 처리별 토양 중 무기태질소 (NH₄-N과 NO₃-N)함량을 경시적으로 측정한 결과는 Fig. 2 및 3과 같다. 암모늄태질소 함량은 비닐멀칭구 및 비멀칭구 공히 유기질비료 단독시용구 (OF100)가 가장 높았으며, 정식 6주차 까지 급격히 감소하는 경향을 나타내었다.

토양 중 질산태질소 함량도 암모늄태질소와 동일하게 비닐멀칭구 및 비멀칭구 공히 배추 재배기간 동안 유기질비료

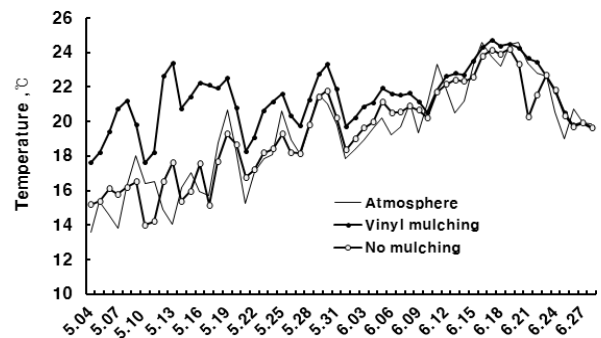


Fig. 1. Changes of soil temperature under no mulching and mulching with black color vinyl.

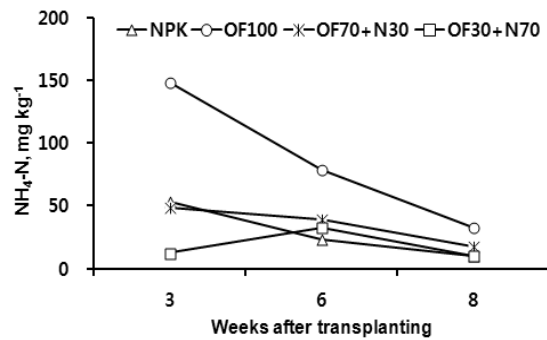
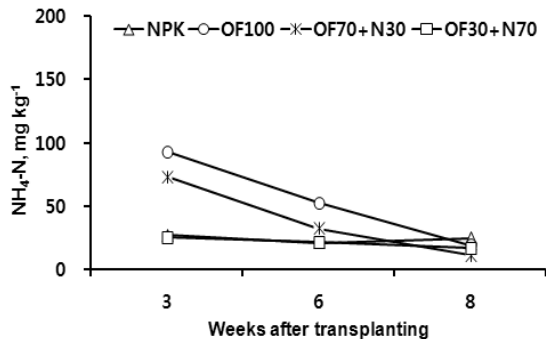


Fig. 2. Changes of soil NH₄-N content according to different treatments under no mulching (left side) and mulching (right side) with black color vinyl.

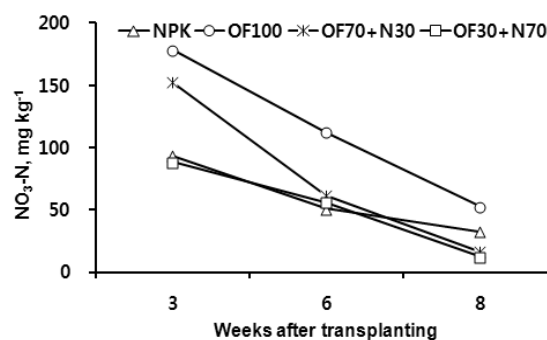
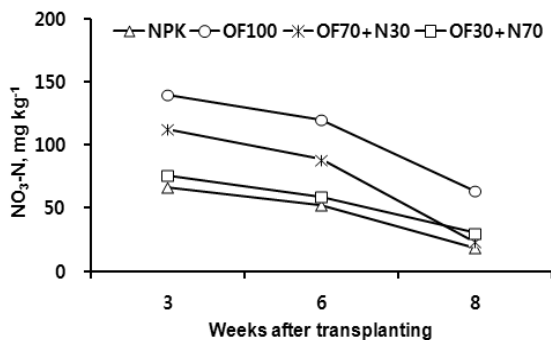


Fig. 3. Changes of soil NO₃-N content according to different treatments under no mulching (left side) and mulching (right side) with black color vinyl.

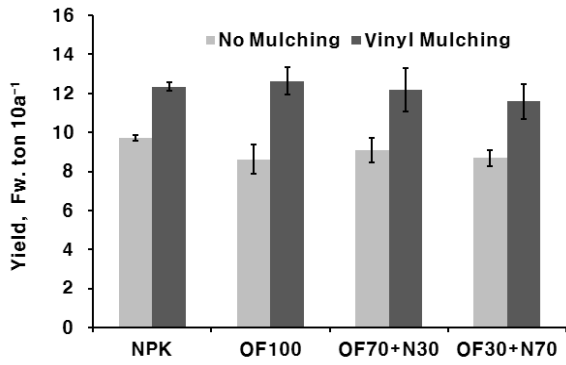


Fig. 4. Yield of Chinese cabbages according to different treatments under no mulching and mulching with black color vinyl.

단독시용구 (OF100)에서 가장 높게 유지되었으며, 특히 배추 생육초기인 3주차에는 비닐멀칭구가 비닐멀칭구에 비해 모든 처리에서 높았다. 위의 사실로 볼 때 작물재배시 비닐 멀칭을 할 경우 멀칭을 하지 않은 재배조건에 비해 토양 중 유기태질소의 무기화가 빠르고 동시에 질소양분보존 효과가 클 것으로 생각된다. 결국 이는 작물 생육에 있어서 매우 중요한 인자로 작용할 것으로 판단되며, 따라서 금후 이에 대한 상세한 연구가 필요하다고 여겨진다.

배추수량과 질소이용율 비닐 멀칭 유·무에 따른 배추수량은 Fig. 4에 나타내었으며, 수량을 지수화로 환산하면 비닐멀칭을 하지 않은 경우 유기질비료 단독 100% 시용구 (OF100)와 OF30+N70 시용구의 수량지수는 89인 반면, 화학비료 70% 해당량을 유기질비료로 사용하고 나머지 30%를 질소비료인 요소로 처리한 OF70+N30구는 94를 나타내었다. 반면, 비닐멀칭 재배구의 경우 OF100 처리구는 102, OF70+N30구는 99의 수량지수를 보임으로써 NPK처리구와 대등하였으며, OF30+N70 시용구는 NPK대비 6% 감소된 수량지수 94를 나타내었다. 이러한 사실로 볼 때 유기질비료 시용효과는 비닐 멀칭재배가 멀칭을 하지않은 나지조건에서 재배할 경우보다 크다고 판단되며 이는 지온이 낮은 배추 정식초기의 지온차이가 질소무기화 등 생육조건에 유리하게 작용한 결과로 여겨진다.

Figure 5는 흑색비닐 멀칭의 유·무간 수량차이를 통하여 비닐 멀칭구의 수량 증가율을 나타낸 것으로 최소 27% (NPK), 최대 46% (OF100)의 증가폭을 나타내었다. 한편, 수확기 배추의 질소성분을 분석하여 처리별 질소이용율을 구하여 나타낸 결과는 Fig. 6과 같았다. 비닐멀칭 재배시 NPK 처리구 44%, OF100구는 26%, OF70+N30구는 29%, OF30+N70구는 28%를 보인 반면, 비닐 멀칭 재배시 NPK처리구는 56%, OF100구는 55%, OF70+N30구는 51%, OF30+N70은 39%의 질소이용율 각각 나타내었다. 이러한 결과로 볼 때, 질소 이용율을 고려한 작물재배시 비닐 멀칭재배가 나지상

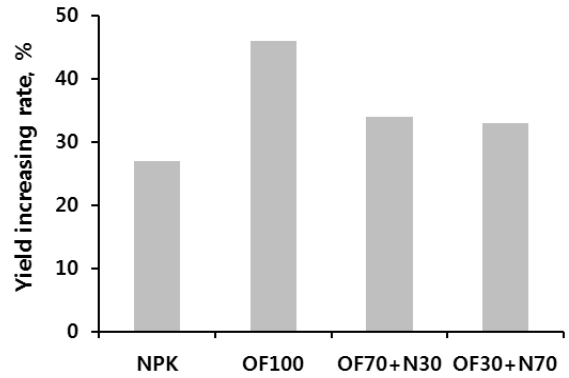


Fig. 5. Increasing rate of Chinese cabbages yield by different treatments on black color vinyl mulching.

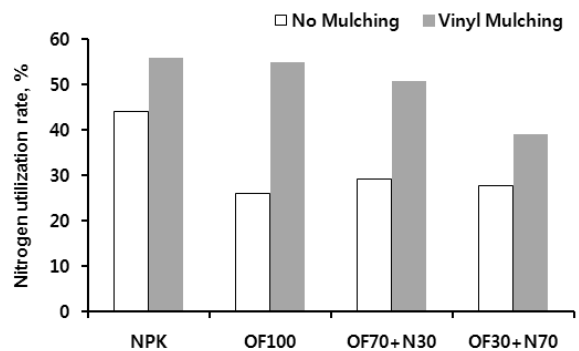


Fig. 6. Comprison of nitrogen utilization rate by different treatments under condition without and with black color vinyl mulching.

태의 비닐멀칭 재배보다 유리하다는 결론을 얻을 수 있었다.

요 약

화학비료 사용량을 줄이고 화학비료를 대체할 수 있는 유기질비료 사용효과를 조사하기 위해 배추의 생육 및 질소 이용효과를 평가하였다. 처리는 배추재배의 NPK 표준시비구 (N-P₂O₅-K₂O : 320-78-198 kg ha⁻¹)를 비롯하여, NPK 시비구의 질소시비량을 기준한 유기질 100% (OF100), 유기질70%+질소30% (OF70+N30), 유기질30%+질소70% (OF30+N70) 처리하였고, 비닐 멀칭효과를 분석하고자 동일 처리구에 각각 비닐멀칭과 흑색비닐멀칭재배를 실시하였다. 배추 재배기간동안 지온을 조사한 결과, 흑색비닐멀칭이 비닐멀칭재배에 비해 일일 평균 2°C 높았다. 토양 중 무기태질소함량은 OF100 처리구가 가장 높았으며, 배추수량도 OF100 처리구에서 흑색비닐멀칭구가 비닐멀칭구에 비해 46% 증가하였다. 질소이용율은 비닐멀칭 재배시 NPK 처리구 44%, OF100구는 26%, OF70+N30구는 21%, OF30+N70구는 27%이었고, 흑색비닐멀칭 재배시 NPK처리구는 56%, OF100구는 55%, OF70+N30구는 51%, OF30+N70은 39%의 질소이용율 각각 나타내었다. 따라서 유기질비료와 화학비료를 병용하고 흑

색비닐 멀칭을 실시하면 질소 이용율을 높임으로서 비료를 절감을 할 수 있는 방법 중 하나라고 판단되었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업 (과제번호: PJ006365) 의 지원에 의해 이루어진 것임.

인 용 문 헌

- Cho, K.R., T.J. Won, C.S. Kang, J.W. Lim, and K.Y. Park. 2009. Effects of mixed organic fertilizer application with rice cultivation on yield and nitrogen use efficiency in paddy field. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 42:152-159.
- Cho, S.H. and K.W. Chang. 2007. Nitrogen mineralization of oil cakes according to changes in temperature, moisture, soil depth and soil texture. *Korea Organic Resource Recycling Association.* p.149-158.
- Hong, C.W., Y.G. Jung, C.S. Park, and Y.S. Kim. 1973. The chemical properties and fertilizer effect of a residual by-product of glutamic acid fermentation I. Chemical properties and effect on the growth of corn. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 6:153-163.
- Kang, S.W., C.H. Yeo, C.H. Yang, and S.S. Han. 2002. Effects of rapeseed cake application at panicle initiation stage on rice yield and N-use efficiency in machine transplanting cultivation. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 35:272-279.
- Keiller, D. and H. Smith. 1989. Control of carbon partitioning by light quality mediated by phytochrome. *Plant Science.* 63:25-29.
- Lim, S.K. and K.H. Lee. 1992. Effect of organic fertilizers application on radish and cabbage growth. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 25:52-56.
- Lim, S.U., J.C. Ryu, and C.W. Hong. 1979. Study on the effects of an organic fertilizer (glutamic acid fermentation residue amended with N) on the yield of chinese cabbage and radish and physico chemical properties of soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 12:125-132.
- Lim, S.U., J.S. Oh, and B.J. Kim. 1983. The effect of organic fertilizer granulated with slurry of glutamate fermentation residue on com and chinese cabbage. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 16:156-161.
- NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2000. Method of soil and plant analysis. RDA. Suwon, Korea.
- NIAST (National Institute Agriculture Science & Technology). 2006. Fertilization standard on crops. National Institute Agricultural Science and Technology. Suwon, Korea. p.19-250.
- Robinson, D.W. 1988. Mulches and herbicides in ornamental plantings. *HortScience* 23:547-552.
- Yang, C.H., C.H. Yoo, B.S. Kim, W.O. Park, J.D. Kim, and K.Y. Jung. 2008. Effects of application time and rate of mixed expeller cake on soil environment and rice quality. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41:103-111.
- Yun, H.B., D.I. Kaown, J.S. Lee, M.S. Kim, Y.S. Song, and Y.B. Lee. 2011. The nitrogen, phosphate, and potassium contents in organic fertilizer. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44:498-501.
- Wittwer, S.H. and N. Castilla. 1995. Protected cultivation of horticultural crops world wide. *Hort Technology.* 5:16-23.