

고품질 시설하우스 오이재배를 위한 토양 종합관리 기술

현병근* · 정석재 · 정연재¹ · 이주영 · 이재국² · 장병춘 · 최낙두³

국립농업과학원 농업환경부 토양비료관리과, ¹국립농업과학원 농업환경부 토양비료관리과 현장명예연구원,
²국립농업과학원 농업생물부 작물보호과, ³경상북도 상주시농업기술센터

Soil Management Techniques for High Quality Cucumber Cultivation in Plastic Film Greenhouse

Byung-Keun Hyun*, Sug-Jae Jung, Yeon-Jae Jung¹, Ju-Young Lee, Jae-Kook Lee²,
Byoung-Choon Jang, and Nag-Doo Chio³

Division of Soil & Fertilizer Management, NAAS, RDA, Suwon 441-707, Korea

¹*NAAS, Department, of Agricultural Environment Honorable field senior researcher*

²*Division of Crop protection, NAAS, RDA, Suwon 441-707, Korea*

³*Gyeongsangbuk-do Sangju Agricultural Technology Extension*

In case of plastic film greenhouses cultivating fresh vegetables on paddy soil, soil characteristics must be considered as more important factor than any other factors. Generally after the four years of cultivation, soils tend to increase electrical conductivity value, nutrient unbalance and soil pests. As a result, degradation of agricultural products occurred, therefore it is necessary to improve soil conditions. In this study, yield and economic cost of cucumber were analyzed. The best soil conditions for cucumber cultivation were alluvial or valley in soil topology, moderately or poorly drainage in soil drainage classes, coarse loamy soil in texture. In addition, rich - sunlight and - deep groundwater would be proper for the cucumber cultivation. Good environmental managements of plastic film greenhouse were as follows. The temperature needed to be adjusted three times. The optimal daytime temperature could be 22~28°C, the one from 12 until night could be 14~15°C, and the temperature from 24 to sunrise could be 10~12°C. During plant growth period, soil moisture content was as low as 10~15%, and it needed to be maintained as 15~20% during reproductive growth period. To control pests, catch crop cultivation and solar treatment were carried out, after those EC was reduced and the root-knot nematode was controled too. Cucumber yield from the plot with improved soil managements increased to 158.4 Mg ha⁻¹, but plot with successive cropping injury yielded 140.3 Mg ha⁻¹. The income from the plot with improved soil managements was 215,676 thousand won ha⁻¹, the plot with successive cropping injury was 131,649 thousand won ha⁻¹. Income rate of each plot was 51.8% and 38.4%, respectively.

Key words: Soil management, Cucumber, Yield, Income

서 언

최근 소비자들의 신선 채소의 요구가 높아져 한겨울에도 청정 채소류가 공급되고 있으며 이와 아울러 우리나라의 시설재배 면적은 매년 증가하는 추세이어서 현재 97,300 ha (MFAFF, 2010)로 보고되고 있지만, 앞으로도 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

시설재배지가 논토양에 설치될 경우 대부분 다루기가 용

이한 평탄지에 설치되며, 초기 투자비용이 많이 든다. 그러나 전작물은 지형, 토성, 배수 등이 부적합할 경우 습해 등 문제가 되어 실패하는 경우가 많다. 따라서, 시설재배지의 재배적지 선정시 토양의 형태 및 물리적 특성을 먼저 고려하여 토양 배수 등에 문제가 없는 토양을 잘 골라 시설을 설치하는 것이 바람직하다.

시설오이 재배지를 연작을 할 경우 염농도 (EC)상승, 양분불균형, 병충해 증가 등으로 인해 오이의 수량과 품질이 떨어진다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 현지 오이재배 농가를 대상으로 토양개량 등 종합관리 기술을 투입하여 기존 재배조건과 비교하였다.

본 연구에서는 시설재배지 선정시에 고려할 조건을 검토

접수 : 2011. 8. 16 수리 : 2011. 9. 16

*연락처 : Phone: +82312900341

E-mail: bkhyun@korea.kr

하고, 양분관리, 시설 내 환경관리, 염 농도 저감, 병충해 관리 등 종합적인 기술을 투입하여 고품질 다수확 오이 생산을 도모한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시설오이 재배적지 선정 시설재배지는 대부분 논토양에 설치하기 때문에 입지여건 및 토양의 형태 및 물리적 특성이 대단히 중요하다. 오이재배지의 적지선정기준 (Jung et al., 2007)에 따라 상주시 세부정밀토양도 (RDA, 2008)를 참고하여 선정하였다. 또한, 재배적지는 강우시 침수가 되지 않는 안전한 지대에 위치해야 하며, 하우스의 방향은 가능한 한 남북방향이 유리한 것으로 판단된다. 왜냐하면 오이는 오전 중에 광합성이 왕성하기 때문에 일찍 햇빛이 드는 장소가 유리할 수 있다.

시험포장의 선정 및 관리 (L 9) 경북 상주 계산동 일원에 소재하는 논토양 (고천동~석천동)에 1,300평 규모의 3중 연동하우스이며, 난방시스템은 4대 (14만 Cal 2대, 18만 Cal 2대)를 설치하였다. 오이 품종은 한강백다다기 (흑침계)이며, 2009년 11월 16일에 정식하여 수확은 2010년 1월 8일부터 2010년 7월 1일 (6개월)까지 수확하였다.

지형은 하성평탄지이고, 토성은 사양질이며, 배수등급은 약간양호 내지 약간불량인 토양이며, 유효토심은 100 cm 내외로, 침수우려가 없는 안전한 지역으로 오랫동안 버를 재배하던 논토양이었다. 토양의 종합개량을 위하여 10a당 벚짚 500 kg, 토양개량제 (게르마늄) 500 kg, 유기질비료 5,000 kg를 투입하고 근권 확보를 위하여 22 cm정도로 심경하였다.

시험포장의 토양조사 및 토양화학성 분석 토양의 형태 및 물리적 특성은 Soil Survey Manual (USDA, 1993; RDA, 1973) 및 토양조사 이론과 실무기술 (RDA, 2003)을 기준으로 조사하였다. 토양화학성 분석 방법은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법 (RDA, 2000)에 준하여 pH와 EC는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 추출하여 각각 pH meter (Orion 520A, USA)와 EC meter (Orion 3STAR, USA)로 측정하였고, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster 법, 치환성 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등 양이온은 1N NH₄OAC로 추출하여 ICP (GDC, Intergra XL, Australia)로 측정하였다.

시설 내 환경관리 시험포장 시설내부의 온도, 습도, 광, 지온, 수분 및 탄산가스 등 환경관리가 대단히 중요하다. 온도 관리는 3단계로 관리하였는데 주간 22~28°C, 밤12시까지 14~15°C, 밤 12시부터 해 뜨기 직전 10~12°C를 유지하고 생육이 저하되는 온도인 10°C 이상 (Park, 2009)을 유지하였고, 겨울철 온도조절을 위하여 3중 비닐하우스와 부직포

및 온풍기 4대를 설치하여 조절하였다. 습도는 보통 70~80%가 적정수준 (Goh et al., 2005)이며 습도 조절은 대부분 천장이나 측창을 이용해 환기를 시켜 조절하였다. 광환경은 식물환경에 필수 환경요소로서 일사량이 많은 지역에서 자연광 이용율을 높이는 것이 유리하기 때문에 하우스 방향을 남북방향으로 설치하여 겨울철의 투광량을 향상시켰다. 벚짚을 500 kg 10a⁻¹ 정도 투입하여 경운하여 지온을 18°C 내외로 관리를 하였다. 특히 토양수분관리를 위해 텐션메타 2대를 설치하였으며, 뿌리확보를 위하여 정식 후 30~40일까지 영양생장기에는 수분을 10~15%로 낮게 유지하고, 생식생장기에는 15~20% 조절하여 오이를 재배하였다. 물 공급은 점적관수 시설을 설치하여 토양수분을 관리하였다 (Jeon, et. al., 2010).

뿌리혹 선충 분석방법 뿌리혹 선충을 분석하기 위하여 인근 시설오이 연작포장 (20년 연작)에서 10a 당 톱밥 (표고버섯) 2,000 kg, 유기질비료 3,300 kg, 밧사미드 30 kg을 투입하여 22 cm 정도 심경 후 담수시켜 골을 만든 후 비닐로 1개월간 밀봉하여 태양열소독을 하였다. 처리기간 동안 토양온도 (15 cm 깊이)는 48~53°C로 유지하였다. 뿌리혹 선충을 분석하기 위하여 토양시료는 하우스를 균등하게 8등분으로 나누고 지그재그 형태로 8지점에서 토양시료를 채취하였다. 채취한 토양시료는 실온 그늘에 보관하면서, Sieve & Baermann-funnel Technique을 이용하여 선충을 분리하였다 (Southey, 1986). 토양에서 분리된 선충은 냉장고에서 24시간 침전시킨 후 TAF 고정액을 이용하여 고정시켰다. 선충의 밀도조사는 광학현미경 50배하에서 실시하였다.

오이뿌리 조사 시험포장 오이의 뿌리를 조사하기 위하여 작황이 보통인 10주를 선정하여 뿌리주위를 50 cm정도 파고, 고압 콤프레샤를 이용하여 흙을 떨어낸 후 세근을 채취하였다.

삼요소 흡수량 분석 오이재배의 전체 생육기간 (약 8~9개월)을 통하여 질소, 인산, 칼리의 함량을 조사하기 위하여 상위 6~7엽 (성엽)을 정식 후 약 10~15일 간격으로 엽 (3반복)을 분석하였다.

오이 수량 및 경제성 분석 오이는 매일 수확한 후 15 kg (100개입)상자에 선별하여 원예조합 집하장에서 당일 오후 2시까지 수집하여 가락동 농수산물 경매에 의한 방법으로 출하하였다. 오이의 첫 수확은 2010년 1월 8일부터 시작하였으며 최종수확은 7월 1일로써 약 6개월간 매일 수확하여 15 kg (100개입)상자로 포장 출하하였다. 오이 수량은 수확시작부터 종료시까지 약 6개월 가량의 전체수량이며, 경제성 분석은 농촌진흥청 농축산물소득자료집 (RDA, 2009)에 준하여 분석하였다.

결과 및 고찰

시험포장 오이 재배적지 검토 시험포장의 오이재배 적지판정은 오이재배 적지기준 (Jung et al., 2007)에 근거하여 분석한 결과오이재배지로는 최적지로 분류되었다.

토양개량 전후 토양화학성 변화 시험토양의 비옥도는 벼를 재배했던 논토양이었다. 시험전·후 토양화학성 변화를 비교한 것은 Table 1과 같다. 시험전 토양화학성은 pH 5.8, 전기전도도 1.3 dS m⁻¹, 유기물 19 g kg⁻¹, 유효인산 345 mg kg⁻¹, 치환성 양이온중 칼륨 0.49, 석회 5.1, 마그네슘 1.2 cmolc kg⁻¹ 정도인 토양이었다. 이 토양의 종합적인 개량을 위하여 위에서 언급한 벚짚, 게르마늄, 유기질비료를 고루 살포한 다음 22 cm 정도 심경한 결과 pH 6.8, 전기전도도 1.5 dSm⁻¹, 유기물 29 g kg⁻¹, 유효인산 390 mg kg⁻¹, 치환성 칼륨 0.60, 석회 6.0, 마그네슘 1.3 cmolc kg⁻¹으로 토양비옥도가 상당히 개선되었다. 시험포장의 개량 후 토양화학성은 작물별시 비처방기준 (RDA, 2006)의 오이재배 적정범위와 비교해 볼 때 대부분 적정범위 내에 근접한 것을 확인할 수 있었다 (Table 1).

시설연작 장애지 병충해경감 대책 과채류 중 박과류는 연작이 할 수록 뿌리혹선충의 발생으로 피해가 심해지기 때문에 태양열소독을 처리하여 토양 병충해를 방제하였다 (Fig. 1). 처리 전 선충밀도가 토양 300 g당 2,088 마리였는데, 처리 후에는 토양 중의 선충이 관찰되지 않았다.

오이뿌리 조사 오이 뿌리의 생체중, 건물중, 길이 등을 10반복 조사한 결과는 Table 2와 같다.

오이 뿌리의 생체중은 주당 15.8~39.5 g으로 다양하였으며 평균 32.1 g이었다. 건물중은 주당 1.38~3.09 g이었으며 평균 2.54 g이었고, 길이는 70~158 cm로 평균 101 cm로 나타났다.

정식 후 삼요소 흡수량의 경시적 변화 오이 잎의 3요소 흡수량의 경시적 변화는 Fig. 2와 같다.

질소와 칼리의 함량은 영양생장기인 40일까지는 2% 내외였지만, 개화와 생식생장기로 갈수록 4~6%로 높아지는 경향이였다. 정식 후 80일, 145일의 질소, 칼리 함량이 적은 이유는 기상이 나쁘고 햇빛이 적어 온도가 낮고 광합성량이 적어 흡수가 저조한 것으로 판단된다. 인산 흡수는 초기부

Table 1. Nutreint content of Before and After experimental of soil.

Parameter	pH	EC	OM	Avail. P ₂ O ₅	Exch. Cation		
					K	Ca	Mg
	(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cmolc kg ⁻¹		
Before Ex.	5.8	1.3	19	345	0.49	5.1	1.2
After improving	6.8	1.5	29	390	0.60	6.0	1.3
Range of optimum	6.0~6.5	< 2	20~30	400~500	0.70~0.80	5.0~6.0	1.5~2.0



Catch crop cultivation : com



Solar disinfection

Fig 1. Catch crop cultivation and solar disinfection.

Table 2. Weight and length of cucumber root.

Division	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ave.
Wt. flesh (g)	34.0	33.2	29.8	15.8	39.5	32.2	32.7	35.9	36.0	31.7	32.1 ± 6.33
Wt. Dry (g)	2.67	2.46	2.48	1.38	3.09	2.63	2.51	2.76	2.72	2.65	2.54 ± 0.44
Length (cm)	86	87	91	70	87	158	89	90	91	160	101 ± 31.22

터 후기까지 0.5% 내외로 꾸준히 흡수하였으며, 이 결과를 통하여 인산을 전량 밑거름으로 사용하고 질소와 칼리비료는 생육상태를 감안하여 추비나 관비로 조절하는 것이 바람직하다고 생각된다. 오이의 수량과 수익성을 높이는 방법으로는 인위적 노력을 통하여 재배기간을 연장시키고 무기성분과 미량원소를 충분히 흡수할 수 있도록 재배환경을 조성해 주는 것이 바람직하다고 생각된다.

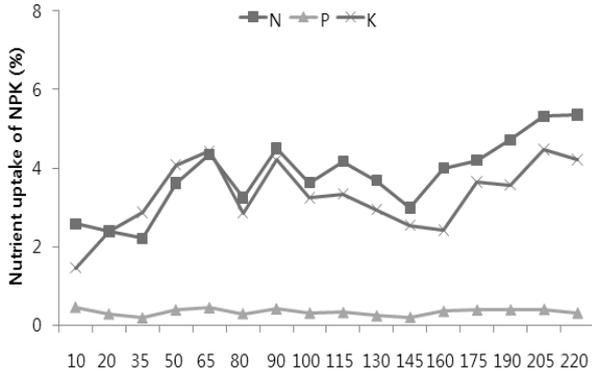


Fig. 2. Seasonal changes of three elements content after transplanting.

오이수량 및 경제성분석 수확량은 15 kg로 4,576박스로 예년에 비하여 10~15%정도 감소하였다. 반면 오이 가격은 약 40%이상 올라 농수산물유통공사의 농수산물유통정보 (<http://www.kamis.co.kr>, 2007~2010)농가수취가격은 오히려 높았다 (Fig. 3). 시험포장과 연작장해지 (20년 연작)의 수량 및 소득분석 비교를 한 결과는 Table 3과 같다.

오이수량을 단위면적당으로 환산하면 종합처리구는 158.4 Mg, 연작장해지 140.3 Mg ha⁻¹로서 시설 축성오이 평균수량 176.1 Mg ha⁻¹ (RDA, 2009)보다 감소하였다. 종합처리구와 연작장해지의 소득율은 각각 51.8, 38.4%로 차이가 많았다. 2010년 오이가격은 예년에 비하여 수량 감소로 가격이 상대적으로 높아져 농가 수취가격은 215,676 천원 ha⁻¹으로 전국평균 138,560천원 (RDA, 2009)보다 높은 수준이었다.

시설재배는 적은 면적에 집약적인 영농 기술이 투입되기 때문에 적지선정이 매우 중요하다. 토양검정을 매 작기마다 실시하여 토양 내 양분함량이 작물별 적정범위 내에서 유지될 수 있도록 관리하고, 시설 내부의 온도, 습도, 광, 탄산가스 등 환경관리와 물관리, 병충해관리 등을 철저히 해야 한다. 이러한 종합적인 토양관리를 통하여 단위면적당 수량을 확보하고 고품질 농산물을 생산할 수 있는 기반을 조성할 수 있다.

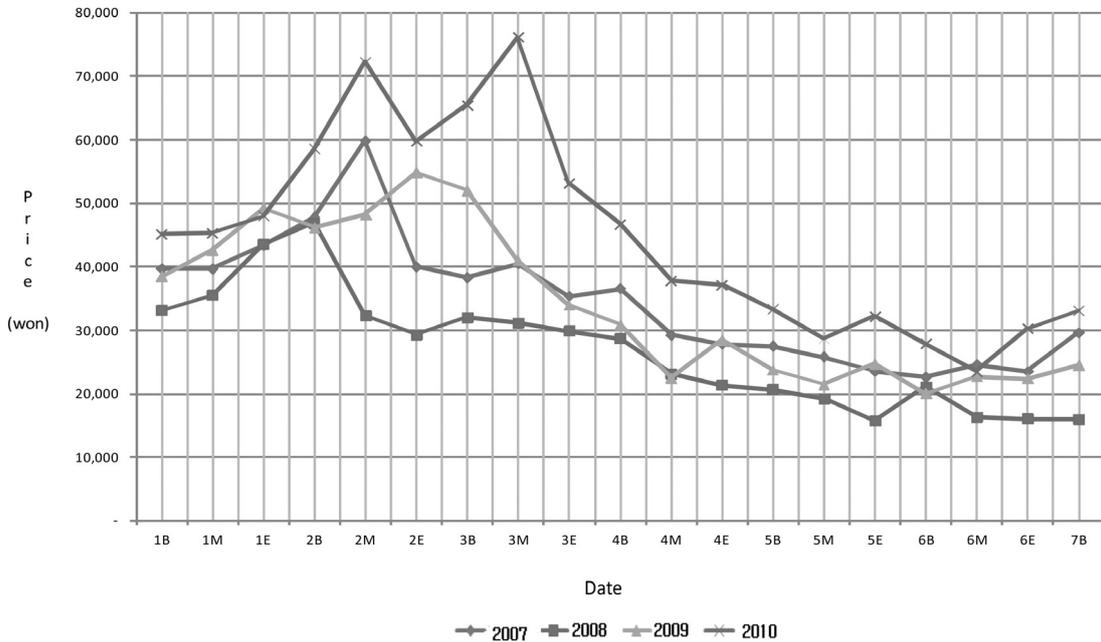


Fig 3. Seasonal changes in four years the price of cucumber.

Table 3. Cucumber yield and economic analysis.

(unit : one cultivation per year ha⁻¹)

Division	Yield Mg ha ⁻¹	Raw income	Operating cost	Income	Income rate [†]
		----- Won -----			%
Improved plot	158.4	416,511,690	200,834,970	215,676,720	51.8
Injury by successive cropping plot	140.3	343,072,830	211,423,410	131,649,420	38.4

[†]In the income rate, improved plot is 13.4 percents higher than injury by successive cropping plot.

요 약

시설재배지는 주로 논토양에 설치되는데 밭작물을 재배하기 때문에 재배적지를 잘 선정하는 것이 무엇보다 중요하다. 시설재배지를 연작할 경우 염농도 (EC)의 상승, 양분불균형, 병충해 증가로 농산물의 품질이나 수량이 떨어지기 때문에 종합적인 토양관리를 해야 할 필요성이 있다. 이러한 재배지에서 오이의 수량 확보와 고품질 농산물을 생산하기 위해서는 종합적인 토양개량이 필요하다. 고품질 오이생산기술을 개발하기 위하여 적지선정, 토양비옥도, 환경관리, 병충해경감, 비료흡수의 경시적 변화 등을 검토하였고, 오이의 뿌리조사 및 수량과 경제성 분석을 수행하여 얻은 결과는 다음과 같다.

시설오이재배 적지는 하성평탄지 및 곡간지이고, 배수는 약간양호 내지 약간불량이며, 토성은 사양질, 유효토심은 100 cm내외, 침수로 부더는 안전한 지대이어야 하고, 햇빛이 잘 들고 지하수가 풍부한 지역이 좋다.

시설 내 환경관리 중 온도는 3단계로 조절하는데 주간은 22~28℃, 밤 12시까지 14~15℃, 밤 12시부터 해 뜨기 직전 10~12℃로 유지하며, 수분관리는 영양생장기에는 10~15%로 낮게 유지하고, 생식생장기에는 15~20%로 조절하여야 다수확과 고품질의 오이를 생산할 수 있다.

시설 연작장해지의 염농도 저감은 옥수수와 같은 청예작물을 재배하고, 뿌리혹선충방제는 토양열소독으로 방제하면 고품질의 오이를 재배할 수 있다.

시설오이수량 및 경제적분석결과 종합개량처리구는 158.0 Mg이고 연작장해지는 140.3 kg Mg⁻¹ 이었다. 소득은 종합개량구가 215,676 천원, 연작장해지는 131,649 천원 ha⁻¹으로 소득율이 각각 51.8, 38.4% 이었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 농업인기술개발사업 (9-23-59)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

인 용 문 헌

- Ministry for Food, Agricultural, Forestry and Fisheries. 2010. Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Statistical Yearbook. p96. Dongyang P & C. Korea.
- Goh, G.D., Y.C. Kim, W.D. Cho, I.S. Myong, M.J. Han, G.S. Lee, B.C. Jang, J.Y. Lee, and J.S. Lee. 2005. The book of cucumber cultivation. Korea Agri. Inform. Inst.
- Jeon, S.H., S.O. Hur, S.K. Ha, H.J. Jeon, K.H. Han, H.R. Cho, and S.D. Hong. 2010. Water saving Irrigation point in cucumber cultivation under greenhouse. Korean J. Soil Sci. Fert. 43(5):418-423
- Jung, S.J., Y.K. Sonn, B.K. Hyun, D.W. Shin, K.C. Song, S.S. Kang, and G.Y. Kim. 2007. Establish land suitability class by multi-regression method. Annual Research Report. pp. 233-254. Nat. Inst. Agri. Sci. and Tech.
- Lee, C.S., S.H. Oh, and E. Nam. 2009. The soil management and fertilizer technology. Nat. Agri. Coop. Fed.
- Park, J.M. 2009. The soil, nutrient and water control for cucumber cultivation in plastic film house. Soil study group for plastic film house.
- Rural Development Administration. 1973. Soil Survey Manual. pp. 57-124. Agri. Sci. Inst.
- Rural Development Administration. 2000. Soil and plant analysis. p103-130. Nat. Inst. Agri. Sci. and Tech.
- Rural Development Administration. 2003. The practical manual for soil survey. pp. 295. Nat. Inst. Agri. Sci. and Tech.
- Rural Development Administration. 2006. The Soil Testing for crops. p67. Nat. Inst. Agri. Sci. and Tech.
- Rural Development Administration. 2008. Super detailed soil map of Sangju city.
- Rural Development Administration. 2009. The book of Income for agricultural products.
- Southey, L.F. 1986. Laboratory Methods for Work with Plant Soil Nematodes. Her Majesty's Stationary Office. 202pp. London.
- USDA. 1993. Soil Survey Manual. Handbook No.18. pp. 59-196.