

# 시설원예

## 준비와 관리대책

하우스의 형태·자재  
및 환경관리

원예시험장 부산지장장 이 창 환

시설원예라 함은 프라스틱하우스, 유리온실과 같은 시설안에서 작물을 주위의 불량한 환경조건에서 보호하는 동시에 생력화할 수 있는 장치를 도입하여 자본집약적으로 원예작물을 재배하고 비수기에 생산물을 공급하여 농가소득을 향상하고 국민식생활 개선에 기여할 수 있는 재배형식이다.

우리나라는 북반구에 위치하여 4계절이 뚜렷하고 동계에는 기온이 매우 낮아 적당한 보호조치 없이는 작물을 재배할 수 없다. 즉 시설원예는 동계 저온기의 작물생산이 추가되므로 보온 및 가온이 중요하고 또 동계에는 일조시간이 짧고 광도가 낮아 일사량이 부족하며 시설내에서는 더욱더 부족하게 되므로 광선관리에 신경을 쓰지 않으면 안된다. 그리고 고정된 하우스내에서 작부회수를 증가시키고 재식밀도를 높이게 되면 자연 다비재배를 해야하므로 염류농도의 장애와 깨스 피해가 우려된다. 또한 환기불량으로 인한 탄산개스의 부족과 다습으로 인한 병해의 발생이 심한 점이 있으므로 적절한 준비와 관리대책을 세우지 않으면 안된다.

## 하우스의 형태 및 자재

### 가. 하우스의 종류와 특성

하우스를 기본형태별로 대별하면 지붕형, 아치형, 대형터널형 하우스등이 있다.

**지붕형** 피복재 고정 및 창설치 쉬워 연동화때는 광투과율 떨어져

지붕형하우스는 유리온실과 같은 지붕모양을 한 하우스로서 양지붕형 및 스리쿼타형이 대부분이다. 주로 목재를 이용하므로 피복재의 고정이 단단하고 창을 달기가 쉬우나 전체적인 기밀도가 다소 낮아지고 연동화했을 때 투과율이 떨어지며 하우스내 광분포가 나빠지는 결점을 가지므로 요즘은 대형단동의 철재하우스가 늘어나고 있다.

**아치형** 환기어려워 고온장해 염려 耐風性 좋고 受光상태 양호

아치형하우스는 원형하우스라고도 하며, 철파이프, 목재나 죽재를 사용하여 지붕을 곡면으로 만드는 형이며 죽재만을 사용할 경우 연동화하기가 어려우며 환기창 설치가 곤란하여 측면으로 필름을 걷어 올려서 환기하지 않

을 수 없다. 따라서 환기능률이 떨어지고 고온장해가 일어나기 쉬우나 지붕형에 비해 내풍성이 좋고 광선이 고르게 입사하며 필름이 골재에 잘 밀착되므로 필름의 내구성이 좋아지는 장점이 있다.

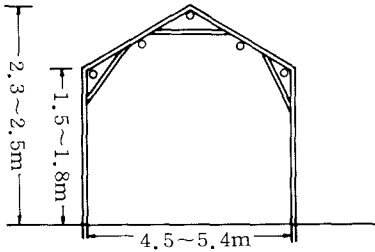
### 파이프하우스 보급률 전망

아치형하우스는 진주지방, 순천지방의 주된 하우스형인데 반해 지붕형하우스는 김해지방, 남해지방의 주된 하우스형이다. 그러나 대형터널형 파이프하우스는 최근에 많이 보급되고 있는 하우스형태이며 직관파이프를 일정형태로 구부려 사용하고 있으며 주로 펜타이트(pentite) 파이프가 이용되고 있다. 파이프하우스는 조립과 해체가 간단하여 쉽게 이동시킬 수 있고 규격품으로 생산·보급이 가능하며 내풍성이 강하고 내구력이 좋다는 장점이 있어 많이 보급될 전망이다.

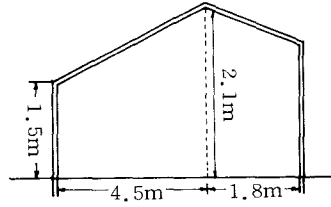
### 나. 골재의 선택과 구조

하우스의 골재는 구득이 용이한 목재나 죽재를 많이 이용해 왔으나 최근에는 축조가 간단하고 시설의 내구성이 높으며 기계이용이나 자동화할 수 있는 철재

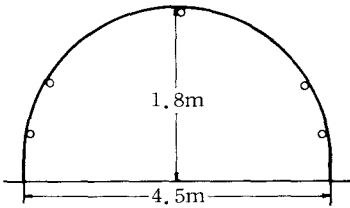
〈그림 1〉 지역별 대표적 하우스와 표준형 파이프 하우스의 형태



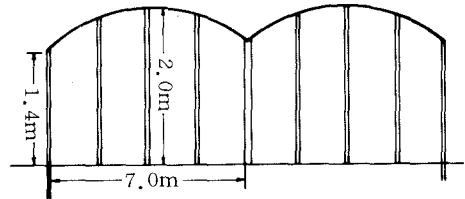
김해지방의 양지붕 목재하우스



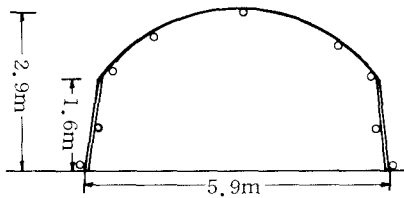
남부지방의 3/4형 목재하우스



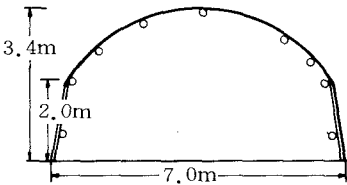
진주지방의 터널형 죽재하우스



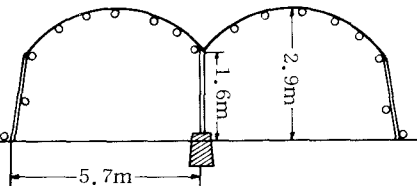
순천지방의 아치형 목·죽재하우스



파이프 하우스(1-2 표준형)



파이프 하우스(1-3 표준형)



파이프 하우스(2-1 표준형)

나 파이프의 이용이 증가하고 있다. 목재나 축재는 내구성이 약하여 많은 자재를 설치해야 하므로 차광율이 높고 설립하기 어려운 점이 있고 철재는 경제적 부담이 큰 결점이 있으므로 입지적 조건, 내구성, 경제성을 고려하여 결정해야 할 것이다.

단동 하우스는 연동에 비해 광선의 입사가 고르고 환기 능력이 높으나 온도의 교차가 심하고 가온 능력이 떨어지며 토지 이용율이 낮다. 반면 연동화 될수록 온도교차는 적고 토지이용율이 높으나 환기율이 줄고 광분포가 고르지 못하며 내설성(耐雪性)이 낮아진다.

### 설치방향따라 광입사량 달라

하우스의 설치방향은 투과되는 일사량과 밀접한 관계가 있으므로 신중히 생각해야 할 것이다. 동서동 하우스는 아침·저녁의 광은 측면으로 투과되므로 투사각이 작아지고 반사에 의한 소실이 많으며 온도 상승이 어려우나 한낮은 입사량이 매우 증대되므로 기온이 쉽게 올라간다. 그러나 북쪽과 남쪽의 일사량의 차이가 나타나고 작물생육이 고르지 못할 염려도 있다. 남북동의 경우는 아침·저녁의 입사량이 많아

온도상승이 좋지만 낮에는 입사가 적어지므로 기온의 일변화가 적다. 그러므로 동서동은 고온을 요하는 작물의 축재재배에 적합하며 3/4형(스리쿼타형) 단동하우스가 바람직하다.

높이 1.7m 이상이 작업에 편리

하우스의 크기는 하우스 내의 기온과 습도가 외기의 영향을 적게 받고 자동화나 작물재배에 편리한 정도를 고려하여 결정해야 한다. 하우스의 내용적이 크면 외기의 영향을 적게받아 좋으나 시설비가 증가되므로 대체로 폭이 4.5~10.8m 정도가 대부분이며 높이는 1.7m 이상이면 작물의 초장이나 작업에 큰 지장이 없다고 볼 수 있다. 길이는 포장조건에 맞게 결정하되 연동의 경우 물받이 설치가 문제되므로 약40~50m를 한계로 해야한다.

### 다. 피복자재의 선택

우리나라의 하우스 피복재는 폴리에틸렌 필름이 가장 많고 EVA 필름과 염화비닐의 사용은 적은 편이나 근래에는 EVA 필름과 염화비닐의 사용이 급격히 증가하고 있다.

PE 필름은 광선투과율이 높고

〈표 1〉 우리나라 하우스의 피복자재 사용 현황(1985 통계)

계	PE	PVC	EVA	유 리	기 타
16,569ha (100%)	13,825.5 (83.4)	1,369 (8.3)	1,346.6 (8.1)	0.2	27.7 (0.2)

〈표 2〉 주요 피복자재별 특성

구분 \ 피복재	유 리 (3.0mm)	FRP (0.7mm)	염화비닐 (0.1mm)	폴리비닐 (0.1mm)	조산비닐 (0.1mm)
광선투과율(%)	91	90	90	92	88
비 중	2.5	1.5	1.2—1.5	0.92	0.9
인장력(kg/mm <sup>2</sup> )	3.5—8.5	12—14	2.0—5.0	2.0	—
열전도율 (Kcal/cm <sup>2</sup> hr°C)	0.68	0.09	0.14	0.28	0.28

면지가 적게 달라붙으며 내약품 성이 강하고 가격이 저렴하나 내구성과 보온력 및 신장력이 약한 결점이 있다. 그러나 염화비닐은 광선투과율이 좋고 보온력, 신장력, 내구성이 강하고 사용이 간편하다. 그리고 EVA 필름은 신장력이 강하고 무독하며 보온력이 좋은 장점이 있다.

그밖에 유리섬유, 강화아크릴판이 있는데 이는 내구성이 극히 강하고 보온이 잘되나 광선투과율이 다소 낮고 값이 대단히 비싼 결점이 있다.

## 시설내 환경관리 대책

### 가. 보온 및 가온관리

시설재배는 기온 및 지온을 효과적으로 이용하여 작물을 재배하는 것이 주가 된다. 낮동안에 따뜻해진 기온과 지온을 밤까지 유지시킬 수 있는 재료를 설치, 관리하는 것이 보온이라 할 수 있으며, 작물에 따라서 보온만으로는 열량이 부족하므로 가온하여 보충해야 한다.

보온, 지하수이용 수막재배, 줄아

보온의 방법으로는 여러가지가 있겠으나 커튼장치, 터널설치, 외피피복, 보온물튜브의 이용 등이 있고, 보온재료도 여러형태로 이용되고 있다. 커튼설치에 의한 보온효과는 매우 높은 것으로 인정되고 있고 특히 섬피 피복의

〈표 3〉 주요시설 재배작물의 적정 온도

작 물	낮 기 온 (°C)		밤 기 온 (°C)	
	최고한계	적 온	적 온	최저한계
토 마 토	35	25—20	13—8	5
오 이	35	28—23	15—10	8
수 박	35	28—23	18—13	10
멜 론	35	30—25	23—18	15
고 추	35	30—25	20—15	12
배 추	23	18—13	15—10	5
국 화		18	16	
카 네 이 션		25—18	14—9	
장 미		26—21	18—12	
백 합		24—20	18—13	

〈표 4〉 보온자재 및 설치방법에 따른 보온 효과

자 재	외피시 하우스내		터널피복시 터널내	
	기 온	내외기온차	기 온	내외기온차
알루미늄시트부착토이론	7.3°C	10.1°C	13.6°C	16.4°C
P E 부 착 토 이 론	3.9	6.7	9.6	12.4
보 온 멧 트	4.4	7.2	11.1	13.9
섬 피	6.0	8.8	12.6	15.4

비 고	외기온 : -2.8°C 외 피 : EVA 카 텐 : PE+PE
-----	------------------------------------

〈표 5〉 지하수 살포에 의한 하우스의 보온 효과

살 수 량 (분/100㎡)	최저평균 외 기 온	하우스 최저 평균기온		내 외 기 온 차	
		수막하우스	대조하우스	수막하우스	대조하우스
19.5ℓ	7.8°C	8.0°C	-1.6°C	15.8°C	6.1°C
23.4	-6.3	9.5	-0.8	15.8	5.5
38.7	-7.5	10.5	-3.2	18.0	4.3
54.5	-8.6	11.5	-3.9	20.1	4.8

문제점을 커튼에 의해 보완할 수 있는 자재 및 설치방법이 개발되어 시설재배의 생력화에 이바지할 수 있게 되었다. 이와 아울러 요즘은 물주머니의 사용에 의해 보온효과를 높일 수 있고 최근 실시되고 있는 지하수를 이용한 수막재배와 같은 방법은 월등한 보온효과가 인정되고 있다.

난방방식은 전열난방, 스토브난방, 온풍난방, 증기난방, 온수난방등이 있는데 하우스의 종류와 피복방법, 재배면적, 외기온, 그리고 작물이 요하는 최저온도를 고려하여 난방의 방법 및 크기를 결정해야 한다. 즉 ①하우스의 표면적을 줄이므로 열손실면적이 줄어들고 ②보온 자재를 설치하므로써 열손실율이 적어지며 ③좋은 난방기의 선택에 따라 연소율 및 전열효율을 증대시킬 수 있기 때문에 재배면적과 작물이 필요로하는 온도, 그리고 그 지방의 최저외기온에 따른 충분한 능력의 안전한 난방기를 선택하는 것이 좋다.

전열난방은 소면적에서 주로 이용되고 있고 스토브난방은 난방비가 저렴한 반면 온도분포가 나쁘고 깨스의 위험이 따른다. 온풍난방은 설치하기가 쉽고 시설비가 적게 들며 열이용율이 매우 높다. 그리고 증기난방은 대규모화 할 수 있고 열의 균등분배가 가능하나 시설비가 많이 들고 취급이 어렵다는 단점이 있다.

## 나. 광관리

광환경이라 하면 광도, 광질, 일조시수로 나눌 수 있는데 시설내에서 피복재에 의한 반사와 흡수로 광이 양적으로 감소하고 질적인 변화를 가져오며 더우기 동계에는 시설내 광환경이 대단히 불량한 상태로 되기 쉬우므로 작물생육에 지장을 초래하게 될 것이다.

산란광재료로 그늘부분 없어

시설내에서 광환경을 개선하기 위해서는 적극적인 보광의 방법

〈표 6〉 난방기의 가온능력 비교

난 방 형 식	기름소요량	난 방 효 율	비 고
석유 스토브	43.43 ℓ	52.7 %	50평 PE 하우스
온풍 난방기	42.86	67.6	

보다도 소극적인 투광을 항상 방법이 주로 채택되고 있다. 투광을 항상과 효율적인 광이용을 위해서는 ①구조재와 피복재를 잘 선택해야 하고 ②시설의 설치방향을 조절하여 채광을 양호하게 하며 ③피복재를 주기적으로 세척하여 투광율을 향상시키고 ④동서동의 북측벽에 반사판을 설치하고 반사광을 실내로 유도시키며 ⑤산란광 피복재를 이용하여 골재의 그늘을 없애므로써 그 부분의 작물생육을 촉진시켜야 한다.

보광의 방법은 광량부족을 보충하기 위한 인공광 조명과 장일처리를 위한 밤동안의 조명이 있는데 후자는 많이 이용되고 있으나 전자의 경우는 비용이 많이 소요되므로 거의 이용되지 않고 있다.

## 다. 환기와 습도관리

전표면적의 1/100이 바람직

환기는 하우스내 낮 고온시 온도를 낮추고 습도를 조절하며 CO<sub>2</sub>의 공급, 유해개스의 배출등을 위해서 필요하다. 환기의 종류는 자연환기와 강제환기가 있으며 자연환기는 측창이나 천창

을 통해 외기의 풍속에 따라 저절로 환기되지만 측창만 이용하는 경우 천정쪽의 높은 부분은 온도가 매우 높아 초장이 큰 작물은 위험하다. 일반적으로 환기창은 전체 표면적의 약1/100이 바람직하다. 강제환기는 환기팬(fan)에 의해 외기를 불어넣거나 빼내게 되며 자연환기에 비해 환기효과가 균일하고 빠르다.

## 라. 수분관리

시설내에서는 강우가 없고 증발량이 많으며 식물자체의 수분요구량이 많기 때문에 인공관수를 하지 않으면 안된다. 따라서 하우스의 수분관리는 토양의 적정 수분량에서 손실량만 보충하면 되나, 정확한 적정수준을 유지한다는 것은 기술적으로 불가능한 일이다.

합리적인 관수를 위해서는 작물의 유효수분을 나타낼 수 있는 토양수분장력을 측정하여 이용하는 것이 바람직하다. 이는 텐손메타에 의해 측정할 수 있으며 작물별 관수개시점을 장력으로 표시하면 대체적으로 토마토가 pF1.9, 오이가 pF1.7, 카네이션이 여름은 pF1.3~1.5, 겨울은 pF2.1~2.3, 전조국화가 pF2.0



〈표 7〉 관수방법별 오이의 수량 및 비용절감 효과

관 수 방 법	오이수량 10g/10a	상 품 율	비 용 절감효과
원형 노즐 관수	2,260	82.3%	29.3
점적 호스 관수	2,645	86.4	37.2
유공 파이프 관수	2,539	83.4	52.5
관행 호스 관수	2,366	83.3	0

정도이다. 관수량은 그토양의 포장용수량, 관수전의 토양수분함량 및 유효토양용량으로부터 산출되는데 즉, 1회 관수량=(포장용수량의 용적비-관수전 토양의 함수비)×근근의 깊이/100이며 여기에다 관수효율을 곱해주면 관수량이 된다

관수방법은 인위적으로 물을 날라주거나 이랑관수를 할 수 있겠으나 인력이 많이 소요되므로 장치화를 하여 노력절감 및 효과적인 물관리가 필요하다. 관수장치로서는 여러가지가 있겠으나 하우스내에서는 주로 폴리튜브관수, 유공파이프관수, 노즐관수, 점적관수 등이 실시되고 있다. 폴리튜브관수는 1cm<sup>2</sup>당 2kg정도의 수압이 필요하고 가격이 다소 비싼 것이 결점이다. 점적관수는 하우스재배에 가장 합리적인 관수방법이라할 수 있는데 이는 작물의 뿌리부근에만 소량의 물을 관수할 수 있으므로 유실량이 적

고 지온상승효과도 다른 것에 비해 양호하기 때문이다. 점적관수는 보통 수압이 0.1~0.2kg/cm<sup>2</sup> 정도 필요하고 편식점적관수, 직관식 점적관수방법 등이 있다.

## 마. 토양관리

시설재배 토양은 시설이 가지는 특수환경으로 인해 매우 제한적이다. 주로 시설이 고정화되고 연작과 밀식다비재배로 인해서 염류집적과 특수 미량요소 결핍이 발생하기 쉽다. 이를 해결하기 위해서는 그 토양의 특성을 잘 조사·파악하여 합리적인 시비방법을 강구해야 한다.

염류집적을 예방하기 위해서는 토양내에 존재하는 잔류성분을 고려하여 시비량을 결정해야 하고 완전히 이용될 수 있는 비료의 선택, 완효성 비료 시비, 충분한 퇴비를 사용하는 등의 방법이 있다.