

한국형 식물생산 공장의 모델 설정 Development of a Model for a Korean Type Plant Factory

김현환* · 장유섭* · 김동역* · 김종구* · 이동현*

*농촌진흥청 농업공학연구소

H. H. Kim, Y. S. Chang, D. E. Kim, C. G. Kim, D. H. Lee

서 론

국민소득의 증가로 고품질 농산물에 대한 소비자의 요구도가 커짐에 따라 고품질 농산물을 생산하는 시설원에 분야도 비약적으로 발전하게 되었다. 고품질의 원예작물을 생산하기 위해서는 작물 재배를 위한 원예시설과 재배장치, 재배환경이 최적인 조건을 갖추는 것이 선행되어야 한다. 이는 유리온실과 같은 시설구조, 수경재배의 발전, 재배환경을 조절하는 기계, 센서류, 컴퓨터 등이 원예시설에 적용되면서 원예작물 생산이 공장에서 공산품을 생산하듯 농산물 생산이 가능해지게 되었다.

이와같은 공장형 원예시설을 식물생산공장이라 하며, 재배과정에 파종, 발아, 녹화, 재배, 관리, 수확, 포장에 이르는 전 작업공정을 기계를 이용하여 공산품을 생산하듯이 작물을 생산하는 시스템이다. 이상의 모든 것을 복합적으로 고려하여 각 장치를 적절히 배치하고 개별 성능을 극대화하며, 필요 노동력을 최소화 한다면 식물생산공장 시스템을 가장 효율적으로 운영할 수 있다. 그러나 아직까지 우리나라에서 식물생산공장은 실용화 수준에 이르지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 식물생산공장의 재배장치와 재배작물을 고려한 식물생산공장 모델을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

가. 기본유형 구조와 규격

원예시설의 유형은 유리온실, 플라스틱온실로 구분된다. 식물생산공장의 유형으로 어떤 유형도 가능하지만 유리온실이 태양광병용형으로 광투과율이 플라스틱온실에 비해 높아 유리온실을 기본 유형으로 하였다.

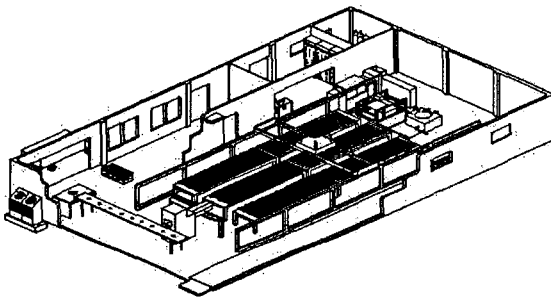
물론 플라스틱온실의 피복재에 따라서는 유리의 광투과와 비슷한 소재도 있으나 지금까지는

세계의 식물생산공장이 대부분 유리온실이다. 유리온실에는 베로형온실과 양지붕형온실(와이드스판형)로 구분되며, 이 중에서 어떠한 온실로 식물생산공장의 기본유형으로 하더라도 문제점이 없는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 베로형온실을 기본유형으로 300평형과 3,000평형으로 구분하여 제시하였다. 300평형 공장은 폭 6.4m용으로 3.5연동에 길이 50m, 3,000평형은 폭 9.6m, 12연동에 길이 87m로 설정하였다. 시설의 규격은 포장의 상태에 따라 달라질 수 있으나 식물생산공장의 기본유형으로 제시하였다.

나. 식물생산공장 설계

식물생산공장에는 Fig. 1과 같이 유리온실에 재배장치를 배치하여야 한다. 재배장치는 파종기, 녹화실, 수확기 등이 배치되는 재배실, 환경제어실로 구분된다.



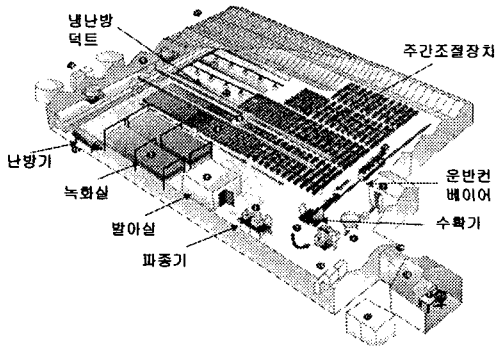
- 파종기
- 녹화실
- 수확기
- 저온저장고
- 공기공급실
- 램프(광원)
- 차광막과 보온커튼
- 운반기
- 동력실
- 공기세척실
- 발아실
- 재배실
- 포장기
- 조건조절장치
- 냉난방덕트
- 난방기
- 냉방기
- 히트펌프
(냉방기)
- 환경제어실

Fig. 1 Overview of plant factory.

결과 및 고찰

가. 식물생산공장 설계

식물생산공장의 설계는 재배작물과 공장 면적에 따라 달라지나, 필수적으로 구비되어야 할 장치는 작물재배시설과 재배자동화시설, 환경제어시설이다. 작물재배시설은 유리온실과 같은 시설이다. 재배자동화시설의 주요 기계는 파종기, 이식기, 양액공급기, 주간조절장치, 수확기, 포장기이며, 주요 농작업실은 제어실, 파종실, 발아실, 육묘실, 재배실, 수확실, 저온저장실로 구분된다. 환경제어시설은 공장의 온도 유지에 필요한 난방기와 냉방기와 보온력을 높이기 위한 커튼시설, 광을 차단하는 차광시설로 구분된다. 또한 환기시설로는 측창, 천창과 배기팬, 공장 내 온도의 균일화를 위해 대류팬, 재배작물의 광합성을 높이기 위해 탄산가스시용기가 필요하다.



- | | |
|-------------|-------------|
| ① 파종기 | ② 발아실 |
| ③ 녹화실 | ④ 재배실 |
| ⑤ 수확기 | ⑥ 포장기 |
| ⑦ 저온저장고 | ⑧ 주간조절장치 |
| ⑨ 공기공급실 | ⑩ 냉난방덕트 |
| ⑪ 램프(광원) | ⑫ 난방기 |
| ⑬ 차광막과 보온커튼 | ⑭ 냉방기 |
| ⑮ 운반기 | ⑯ 히트펌프(냉방기) |
| ⑰ 동력실 | ⑳ 환경제어실 |
| ⑱ 공기세척실 | |

Fig. 2 Design of plant factory.

나. 식물생산공장 설치비

식물생산공장의 설치공사는 온실구조공사, 전기공사, 환경제어공사로 구분되고, 재배장치는 파종기, 난방설비공사, 양액공급설비, 냉방공사, 재배시스템공사로 구분된다.

온실구조공사는 유리온실이 189,240천원/300평으로 평당 631천원이 소요되고, 재배장치로 189,610천원/300평으로 평당 632천원이 소요되어 식물생산공장을 시공하기 위해서는 평당 1,263천원 정도는 필요한 것으로 산정되었다.

Table 1. Comparison of an establishment cost for plant factory(unit : 1,000m²).

구분	식물생산공장 유형별 설치비						
	비닐온실		경질판온실		유리온실		
	전체	일부	전체	일부	전체 (식물공장)	일부	NFT (관행)
시설비	36,000	36,000	120,000	120,000	189,240	189,240	189,240
재배장치	177,050	113,700	189,610	113,700	189,610	113,700	39,000
소계	213,050	149,700	309,610	233,700	378,850	302,940	228,240
파종기	8,250	-	8,250	-	8,250	-	-
발아기	8,300	-	8,300	-	8,300	-	-
녹화기	12,600	-	12,600	-	12,600	-	-
주간조절장치	105,500	105,500	105,500	105,500	105,500	105,500	-
수확기	4,200	-	4,200	-	4,200	-	-
저장고	30,000	-	30,000	-	30,000	-	-
난방	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
냉방	-	-	2,000	-	2,000	-	-
보광시설	-	-	10,560	-	10,560	-	-
양액공급장치	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	33,000
계	213,050	149,700	309,610	233,700	378,850	302,940	228,240

요약 및 결론

본 연구에서는 식물생산공장의 재배장치와 재배작물, 경제성을 고려한 식물생산공장 모델을 제시하여 원예작물의 연중 안정생산의 기반을 구축하고자 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 식물생산공장의 기본모델은 벤로형 유리온실 300평과 3,000평 규모로 설정하였음
2. 주요농작업은 파종, 발아, 녹화, 주간조절장치로 구성하고 환경제어는 온도, 일사, 조도를 주요제어요인으로 작동기는 냉·난방, 환기, 차광, 광원 등을 설계하였음

인 용 문 헌

1. 농촌진흥청. 1999. 식물생산공장생산시스템 - 연구동향분석과 금후연구동향.
2. 농촌진흥청. 2004. 식물생산공장의 기술현황. 농업공학연구소 세미나자료.
3. 진제용, 류관희, 홍순호. 1993. 작물의 생장계측 및 생육제어에 관한 연구(I), 탄산가스 제어 알고리즘 개발. 생물생산시설환경. 2(1) : 27~36.
4. 高辻正基. 1987. 植物工場入門. オ-ム社. 東京.