

## 도시농업을 위한 소형온실 설계요인 분석 및 구조모델 개발

김형권<sup>1\*</sup> · 유영선<sup>1</sup> · 김영화<sup>1</sup> · 이태석<sup>1</sup> · 오성식<sup>1</sup> · 이원석<sup>2</sup> · 김용현<sup>3</sup>

<sup>1</sup>국립농업과학원 농업공학부, <sup>2</sup>경기도농업기술원, <sup>3</sup>전북대학교 생물산업기계공학과

### Development of Structural Model and Analysis of Design Factors for Small Greenhouse of Urban Agriculture

Hyung-Kweon Kim<sup>1\*</sup>, Young-Sun Ryou<sup>1</sup>, Young-Hwa Kim<sup>1</sup>, Tae-Seok Lee<sup>1</sup>, Sung-Sik Oh<sup>1</sup>,  
Won-Suk Lee<sup>2</sup>, and Yong-Hyeon Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Jeonju 54875, Korea

<sup>2</sup>Gyeonggi-Do Agricultural Research & Extension Services, Hwaseong 18388, Korea

<sup>3</sup>Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

**Abstract.** The purpose of this study is to suggest structural model and analyze design factors for the development of small greenhouse standardization model. The average dimensions of small greenhouse desired by urban farmers were 3.3m in width, 1.9m in eaves height, 2.7m in ridge height, 5.7m in length. The cladding materials for small greenhouse were preferred to glass, PC board and plastic film, framework to aluminum alloy and steel, and heating method in electrical energy. In addition, it was analyzed that small greenhouses need to develop structural model by dividing them into entry-level type and high-level type. The roof type that was used for entry-level type was arch shape, framework was steel pipe, cladding material was plastic film. On the other hand, high-level type was used in even span or dutch light type, framework with square hollow steel, cladding materials with glass or PC board. In consideration of these findings and practicality, this study developed four types of small greenhouses. The width, eaves height, ridges height, and length of the small greenhouses of even span type, which were covered with 5mm thick glass and 6mm thick PC board were 3m, 2.2m, 2.9m, and 6m, respectively. The small greenhouse of dutch light type covered with 5mm thick glass was designed with 3.8m in with, 2.2m in eaves height, 2.9m in ridges height, and 6m in length. The width, eaves height, ridges height, and length of the arch shape small greenhouse covered with a 0.15mm PO film were 3m, 1.5m, 2.8m, and 6m, respectively.

**Additional key words :** arch shape, dutch light type, even span type, urban agriculture

## 서 론

최근 급격한 도시화와 함께 삶의 질 향상에 따른 농업의 다원적 기능 즉, 보건휴양, 정서순화, 공동체 회복, 교육, 치료 등의 요구가 증가하고 있다. 이에 따라 전 세계적으로 도시농업이 활성화되고 있고 중요성이 점차 부각되고 있다(Kim, 2002; Lee와 Cho, 2016; MAFRA, 2015). 우리나라에서는 2011년도에 '도시농업의 육성 및 지원에 관한 법률'을 제정하여 도시농업을 제도적으로 지원하고 있으며, 도시지역에 있는 토지, 건축물 또는 다양한 생활공간을 활용하여 농작물을 경작 또는 재배하는 행위를 도시농업으로 정의하고 있다(MAFRA, 2017).

우리나라 도시농업은 도시근교 텃밭이 핵심역할을 담당하고 있으며, 2015년 도시농업인구는 131만 명, 도시텃밭면적은 850ha에 이르는 등 매년 증가추세에 있다(MAFRA, 2015). 반면에 노지텃밭을 중심으로 하는 기존 도시농업의 경우, 급격한 도시화로 인해 활용 가능한 도시 인근 토지확보가 어렵고, 주차시설 및 생활 편의시설 부족으로 만족도가 저하되고 있으며, 도시민 개개인의 라이프스타일 변화에 따라 도심형 또는 주택활용형 도시농업이 점차 부각되고 있다(Hwang 등, 2010; Lee와 Cho, 2016).

도시농업이 일찍 발달한 유럽에서는 다양한 형태의 소형온실 표준화 모델이 개발되어 활발히 보급하고 있다(ACD, 2016). 반면, 우리나라에서는 기존 원예시설을 축소하여 개별 제작하는 실정으로, 연중 날씨에 상관없이 주거지 인근 여유 공간에서 식물을 재배하고 도시농업을

\*Corresponding author: khgweon@korea.kr

Received September 06, 2019; Revised October 02, 2019;

Accepted October 04, 2019

할 수 있는 소형온실 표준화 모델 개발이 절실히 요청되고 있다(Kim 등, 2017; Kim 등, 2018). 최근 Kim 등(2018)에 의해 소형온실에 대한 인식 및 선호도를 분석한 연구가 수행된 바가 있으나, 우리나라 환경에 적합한 소형온실 설계요인을 분석하고 구조모델을 개발한 사례는 찾아보기 어려웠다.

본 연구에서는 우리나라 도시농업 환경에 적합한 소형온실의 규격, 바닥면적, 피복재, 골조재, 난방방식 및 설치가격 등 설계요인을 조사 분석하고, 구조모델을 개발하고자 하였다.

### 재료 및 방법

Table 1은 우리나라 도시농업에 적합한 소형온실 설계요인 분석을 위한 설문조사의 세분항목을 나타낸 것이다. 도시농업인이 희망하는 소형온실의 폭, 길이, 측고, 동고, 바닥면적 등 온실규격을 조사 분석하였다. 또한 소형온실에서 선호하는 골조재, 피복재, 혹한기 난방방식 및 예상설치가격을 조사 분석하였다. 이 연구는 2017년 5~7월에 농업기술원(경기, 경남)과 농업기술센터(기장군)의 도시농업 교육 참여자를 대상으로 면접방식으로 조사를 수행하였다. 그 결과 소형온실 설치 의향이 있는 90부를 유효한 분석대상으로 확보하였다. 통계처리는 R 통계프로그램(version 3.1.2)을 이용하여 문항별 평균 및 백분율로 평가하였다.

온실 설계 시 가장 중요하게 고려하여야 할 항목은 온실 규격, 지붕형태, 사용 피복재 및 골조재 종류 등이다. 이에 따라 본 연구에서는 우리나라 도시농업인이 희망하는 소형온실의 폭, 길이, 측고, 동고 등 규격에 관한 설계요인을 평균 및 백분율로 조사 분석하였다. 이러한 규격에 관한 소형온실 분석결과와 경제성 등을 고려하여 지붕형태별 사용 피복재와 골조재의 활용방안을 제시하였다.

**Table 1.** Survey measurement items for analysis of design factors of small greenhouse.

Classification	Content
Small greenhouse dimensions	Width, length, eaves height, ridge height, floor area
General specifications of small greenhouse	Covering and framework materials, heating type, estimated installation cost of small greenhouse

### 결과 및 고찰

#### 1. 소형온실 설계요인 분석

우리나라 도시농업인이 희망하는 소형온실 폭의 경우

(Table 2), 2m, 2.5m, 3m, 3.5m, 4m 및 기타가 각각 12.3%, 8.9%, 32.2%, 10.0%, 33.3% 및 3.3%로 나타났다. 3m와 4m가 각각 32.2%와 33.3%로 높은 비율을 차지하였으며, 3.5m의 경우도 10.0%로 나타났다. 이처럼 3~4m 폭의 소형온실을 선호하는 도시농업인이 75.5%로 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 도시농업인이 희망하는 소형온실의 평균 폭은 3.3m에 표준오차(standard error for mean)는 ±0.09로 분석되었다. 이러한 소형온실의 폭은 Nam과 Kim(2009)이 충남지역 토마토 재배온실을 대상으로 조사한 7.6m, Yu 등(2013)이 고추 비가림재 배용 단동 비닐하우스를 대상으로 조사한 7m, Nam과 Ko(2013)가 보고한 포도, 배 및 복숭아 재배온실 6.0~8.0m의 약 50% 수준에 해당하는 것으로 분석되었다.

Table 3은 희망하는 소형온실의 길이를 나타낸 것이다. 2m가 5.6%, 3m가 6.7%, 4m가 18.9%, 5m가 16.7%, 6m가 4.3%, 7m가 41.1%, 기타가 6.7%로 나타났다. 소형온실의 길이는 7m를 희망하는 경우가 41.1%로 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 분석되었으며, 다음으로는 4m가 18.9%, 5m가 16.7%의 순으로 나타났다. 이처럼 도시농업인이 희망하는 소형온실 길이는 4~7m가 대부분을 차지하는 것으로 나타났으며, 평균길이는 5.7m에 표준오차 ±0.2로 분석되었다. 이러한 소형온실의 길이는 상업용 단동비닐하우스의 일반적인 길이 90m에 비해 매우 작지만(Choi 등, 2014; Nam과 Kim, 2009), 가족에게 안전하고 신선한 먹거리를 제공하고 취미생활을 즐기려는 도시농업인(Kim 등, 2018)에게는 적당한 길이로 판단된다.

도시농업인이 선호하는 소형온실의 측고(Table 4)는 1.2m, 1.4m, 1.6m, 1.8m, 2.0m 및 기타가 각각 4.4%, 5.6%, 11.1%, 21.1%, 55.6% 및 2.2%로 나타났다. 측고는 2.0m를 선호하는 경우가 55.6%로 가장 많았고, 다음으로 1.8m가 21.1%, 1.6m가 11.1%의 순으로 확인되었다. 도시농업인이 희망하는 소형온실의 평균측고는 1.9m에 표준오차 ±0.03으로 나타났다. 이러한 소형온실의 평

**Table 2.** Desired width of small greenhouse.

Width (m)	Frequency (No. of person)	Ratio (%)
2.0	11	12.3
2.5	8	8.9
3.0	29	32.2
3.5	9	10.0
4.0	30	33.3
Others	3	3.3
Total	90	100.0

**Table 3.** Desired length of small greenhouse.

Length (m)	Frequency (No. of person)	Ratio (%)
2	5	5.6
3	6	6.7
4	17	18.9
5	15	16.7
6	4	4.3
7	37	41.1
Others	6	6.7
Total	90	100.0

**Table 4.** Desired eaves height of small greenhouse.

Eaves height (m)	Frequency (No. of person)	Ratio (%)
1.2	4	4.4
1.4	5	5.6
1.6	10	11.1
1.8	19	21.1
2.0	50	55.6
Others	2	2.2
Total	90	100.0

관측고는 Nam과 Kim(2009)이 충남지역 단동 토마토 재배온실을 대상으로 조사한 1.6m에 비해서는 높게 나타났으며, Choi 등(2014)이 조사한 단동비닐하우스의 측고 1.5~1.9m 범위와 유사한 수준으로 나타났다. 또한 55.6%로 가장 높은 선호도를 보인 측고 2.0m는 Yu 등(2013)이 보고한 고추 비가림재배용 단동비닐하우스의 측고 2.0m와 동일한 수준으로 나타났다. 상업용 단동비닐하우스의 경우 최근에 시공한 온실일수록 측고가 높아지는 경향을 보이고 있고(Lee 등, 2014), 측고가 높을수록 온실 환기성능이 좋아지고, 작물재배 및 환경조절에 유리한 것으로 알려져 있다(Nam 등, 2013; Nam과 Kim, 2009; Choi 등, 2014). 따라서 소형온실의 경우 설계측고는 위의 조사·분석 및 선행연구결과, 환경조절 효과, 도시농업인의 심미적 관점 등을 고려하여 최종 결정하는 것이 합리적인 방안으로 판단된다.

도시농업인이 선호하는 소형온실의 동고(Table 5)는 2.5m, 2.8m 및 3m가 각각 27.8%, 18.9% 및 36.6%로, 2.5~3m 사이가 83.3%로 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 평균 동고는 2.7m에 표준오차 ±0.04로 분석되었다. 이처럼 소형온실 동고는 2.5~3m 사이를 대부분 희망하는 것으로 분석되었다. 일반 단동온실 동고의 경우 Yu 등(2013)이 3.9m, Choi 등(2014)이 3~3.9m, Nam과

**Table 5.** Desired ridges height of small greenhouse.

Ridges height (m)	Frequency (No. of person)	Ratio (%)
2.0	6	6.7
2.2	8	8.9
2.5	25	27.8
2.8	17	18.9
3.0	33	36.6
Others	1	1.1
Total	90	100.0

**Table 6.** Desired floor area of small greenhouse.

Floor area (m <sup>2</sup> )	Frequency (No. of person)	Ratio (%)
<10.0	12	13.3
10.0?19.9	36	40.0
20.0?29.9	36	40.0
≥30.0	6	6.7
Total	90	100.0

Kim(2009)이 3.2m로 조사 결과를 보고한 바 있다. 또한 Lee 등(2014)은 온실 측고와 동고는 직선적인 양의 상관관계가 있다고 하였다. 본 연구에서 도시농업인이 희망하는 소형온실의 측고와 동고를 일반 단동온실과 비교한 결과, 측고는 평균 1.9m로 Choi 등(2014)의 조사결과와 유사하였고, 동고는 평균 2.7m로 낮게 나타났다. 이처럼 동고가 낮게 나타난 것은 소형온실의 폭이 3~4m로 좁은 것을 선호함에 따른 것으로 판단된다. 이러한 결과는 Lee 등(2014)의 연구에서 온실의 동고는 폭과 직선적인 양의 상관관계가 있다고 한 것과 일치하였다.

Table 6은 소형온실 바닥면적을 나타낸 것이다. 10.0~19.9m<sup>2</sup>와 20.0~29.9m<sup>2</sup>가 각각 40.0%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 반면에 10m<sup>2</sup> 미만은 13.3%, 30m<sup>2</sup> 이상은 6.7%로 낮은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 희망하는 소형온실 평균 바닥면적은 19.7m<sup>2</sup>, 표준오차는 ±0.73으로 분석되었다. 이러한 결과는 앞에서 언급한 소형온실의 평균 폭(3.3m)와 길이(5.7m)의 곱인 18.8m<sup>2</sup>와 표준오차의 범위에서 유사한 수준으로 나타났다. 따라서 본 연구의 조사결과가 신뢰성과 정확성이 있음을 확인할 수 있었다.

소형온실에서 도시농업인이 선호하는 피복재 종류는 Table 7에서 보는 바와 같다. 폴리카보네이트(polycarbonate, PC)의 선호도가 42.2%로 가장 높았고, 그 다음으로는 플라스틱 필름이 35.6%, 유리가 21.1%의 순으로 조사되었다. 유리의 경우 광투과율이 높고 경관 이미지가 우수

**Table 7.** Desired covering materials of small greenhouse.

Classification	Frequency (No. of person)	Ratio (%)
Glass	19	21.1
Plastic film	32	35.6
Polycarbonate	38	42.2
Others	1	1.1
Total	90	100.0

**Table 8.** Desired framework materials of small greenhouse.

Classification	Frequency (No. of person)	Ratio (%)
Steel frame	35	38.9
Aluminium alloy frame	45	50.0
Plastic frame	1	1.1
Wood frame	7	7.8
Others	2	2.2
Total	90	100.0

한 장점이 있으나, 설치비용이 고가이고 파손을 우려하는 것으로 판단된다. 비닐의 경우 가격이 저렴하고 설치가 용이하다는 장점이 있으나 경관 이미지가 낮고 자주 교체해야하는 단점을 우려하는 것으로 판단된다. 반면에 폴리카보네이트판의 경우는 경관 이미지가 비교적 우수하고, 유리보다 내충격성이 400배 정도로 매우 높고 시공성이 우수하기 때문에 판단된다(Kim 등, 2000). 또한 반투명 소재로써 과도한 직달일사와 사생활 보호를 위한 시선차폐의 효과를 기대하는 것으로 판단된다.

Table 8은 희망하는 골조재에 대하여 조사한 결과를 나타낸 것이다. 플라스틱과 목재는 각각 1.1%와 7.8%로 매우 낮은 선호도를 보였고, 철재와 알루미늄 합금은 각각 38.9%와 50.0%로 매우 높게 나타났다. 철재의 경우 파이프는 아치형 비닐온실, 각관은 유리온실에서 주로 사용되고, 강풍과 적설에 강하고 골조율이 감소되고 시공이 용이한 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2000). 반면 부식 발생을 염려하는 의견이 있었다. 알루미늄 합금의 경우는 부식의 염려가 없고, 가벼우면서도 내구성이 우수하고 심미적인 효과가 좋다는 의견이 있었다. 그러나 알루미늄의 경우 온실 골조의 보조재로 주로 사용되고, 강도는 철재의 1/2정도로 알려져 있다(Kim 등, 2000). 이에 따라 상업용 온실에서는 대부분 철재 골조를 사용하고 있으며, 소형온실의 경우도 골조재로 철재(파이프, 각관 등)를 사용하는 것이 타당한 것으로 판단된다.

Table 9는 소형온실의 난방방식에 대한 조사 결과를

**Table 9.** Desired heating types of small greenhouse.

Classification	Frequency (No. of person)	Ratio (%)
Heat pump	5	5.6
Hot air heater	18	20.0
Hot water boiler	12	13.3
Electric heating	26	28.9
Pellet heater	11	12.2
Sunlight generation	4	4.4
Others	14	15.6
Total	90	100.0

나타낸 것이다. 히트펌프, 온풍난방, 온수보일러, 전기난방, 펠렛보일러, 태양광 발전 및 기타가 각각 5.6%, 20.0%, 13.3%, 28.9%, 12.2%, 4.4% 및 15.6%로 나타났다. 기타 의견이 15.6%로 비교적 높게 나타났는데 Table 9에서 언급한 가온장치를 이용하지 않고 보온재만을 사용하거나, 지열난방, 연탄보일러 또는 수막시스템을 사용하지는 의견도 있었다. 온풍난방, 온수보일러 그리고 전기난방기의 사용이 13.3~28.9% 범위로 높은 비율을 차지하였는데 이는 상업용 온실에서 가장 보편적으로 사용되는 난방방식으로 설치비용이 비교적 저렴하고 유지관리가 편리하기 때문에 판단된다. 반면에 전기난방의 경우 선호도가 28.9%로 가장 높았는데, 주택인접에서 전기에너지 확보가 용이하고 사용이 편리하기 때문에 판단된다. 온풍난방과 온수보일러의 경우는 상업용 온실에서 가장 많이 사용함에도 불구하고 전기난방에 비해 각각 8.9%, 15.6% 정도 낮은 선호도를 보이는 것은 소형온실에 온풍난방기와 온수보일러를 설치할 경우 설치공간의 확보가 여의치 않고, 소음발생 및 경관 이미지의 측면에서 불리하기 때문으로 사료된다. 태양광 발전의 경우는 4.4%로 매우 낮은 선호도를 보였으나, 상업용 온실과 달리 전체적인 에너지소모량이 적은 소형온실에서 고려해 볼 만한 방안으로 판단된다.

Table 10은 소형온실 예상설치가격에 대한 조사 결과를 나타낸 것이다. 도시농업인이 희망하는 소형온실 설치가격은 100만원, 200만원, 300만원, 400만원, 500만원 및 700만원이 각각 28.9%, 33.3%, 20.0%, 2.2%, 14.5% 및 1.1%로 나타났다. 200만원이 33.3%로 가장 높은 비율을 차지하였고, 100만원에서 300만원까지의 비율이 82.2%로 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 소형온실의 평균 희망설치가격은 244만원에 표준오차  $\pm 14.8$ 로 분석되었다. 반면에 500만 원 이상의 고가 소형온실을 희망하는 경우도 15.6%로 비교적 높게 나타났다.

이러한 결과로 볼 때 약 200만원의 보급형과 약 500

**Table 10.** Estimated installation cost of small greenhouse.

Estimated installation cost (ten thousand won)	Frequency (No. of person)	Ratio (%)
100	26	28.9
200	30	33.3
300	18	20.0
400	2	2.2
500	13	14.5
700	1	1.1
Total	90	100.0

만원의 고급형 모델로 구분하여 개발하는 방안도 고려해 볼만한 것으로 판단된다. 200만원의 보급형 소형온실의 경우 시설비가 적고 실용적인 아치형 온실(Kim 등, 2018)에 골조재는 철재 파이프, 피복재는 플라스틱 필름 조합이 유리한 것으로 판단된다. 플라스틱 필름의 경우 경관 이미지가 낮고 자주 교체해야하는 단점을 우려하였으나, 장기성 피복재인 PO필름을 사용한다면 이러한 우려를 해소할 수 있을 것으로 판단된다. 500만원의 고급형 소형온실의 경우는 안정되면서 고급스러운 이미지를 가지는 양지붕형과 더치라이트형 온실(Kim 등, 2018)에 골조재는 철재 각관, 피복재는 유리 또는 PC판 조합으로 구성하는 것이 합리적인 방안으로 사료된다.

**2. 소형온실 구조모델**

소형온실 설계규격의 경우 Table 2~5에서 언급된 바와 같이 폭은 3~4m 범위에서 평균 3.3m, 측고는 1.8~2m 범위에서 평균 1.9m, 동고는 2.5~3m 범위에서 평균 2.7m, 길이는 4~7m 범위에서 평균 5.7m에 대한 요구가 많은 것으로 분석되었다. 또한 소형온실 설계요인 분석에서 보는 바와 같이 소형온실 피복재(Table 7)는 유리, PC판, 플라스틱 필름, 골조재(Table 8)는 철재를 사용하는 것이 적당한 것으로 판단된다. 이에 따라 본 연구에서는 이상의 설계요인 분석과 선행연구(Kim 등, 2018), 온실 자재의 가공성 및 조립성, 경관이미지 등을 고려하여 우리나라 환경에 적합한 4종류의 소형온실 구조모델을 개발하였다(Table 11). Table 11의 양지붕형과 더치라이트형 소형온실 설계규격에서 측고와 동고는 이상의 설계요인 분석 결과에 비해 약 0.2~0.3m 높게 설계하였는데, 이는 소형온실에 스크린, 다겹보온커튼, 유동팬 등의 설치공간을 확보하고자 함이었다. 아치형 소형온실의 측고는 단동비닐하우스 측고에 대한 선행연구 결과와 소형온실에서의 도시농업인의 작업 편의성 등을 고려하여 Nam과 Kim(2009)의 단동온실 조사결과(1.6m)와 유사한 1.5m로 설계하였고, 동고는 온실 폭과,

**Table 11.** Desired models of Small greenhouse

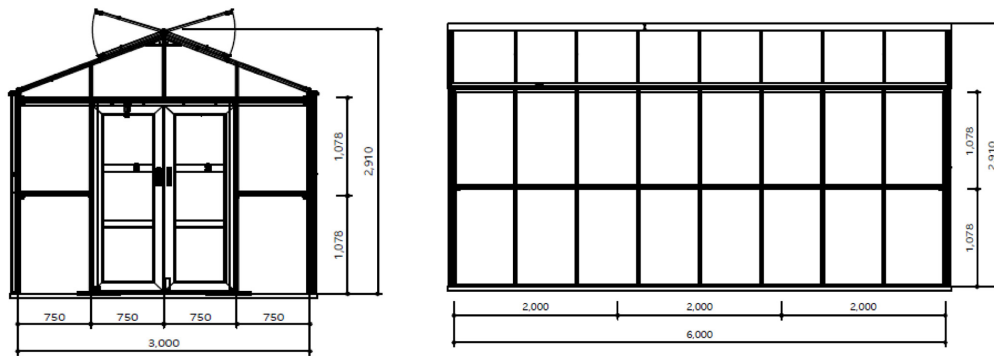
Dimensions(m) (Width×Eaves height×Ridge height×Length)	Type	Covering materials
3.0×2.2×2.9×6.0	Even span	Glass
3.0×2.2×2.9×6.0	Even span	Polycarbonate
3.8×2.2×2.9×6.0	Dutch light	Glass
3.0×1.5×2.8×6.0	Arch shape	Plastic film

측고, 동고의 직선적인 상관관계(Lee 등, 2014)를 고려하여 2.8m로 설계하였다.

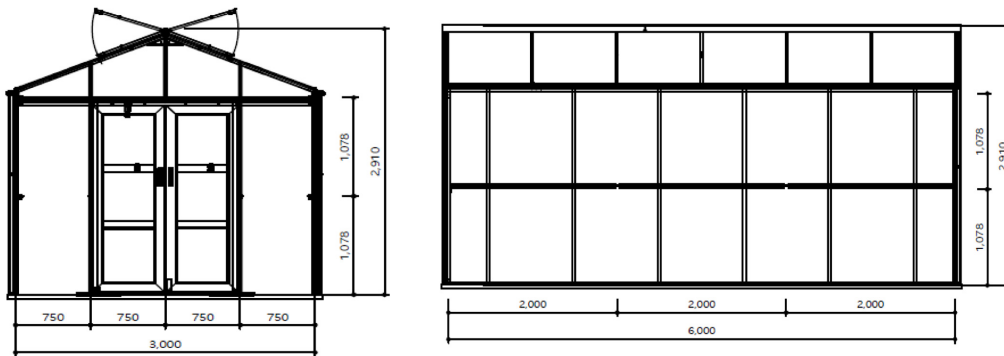
우리나라 도시농업인 80.4%가 소형온실 설치의향이 있고, 소형온실 운영에 따른 기대편익의 경우 ‘경제적 이익에 대한 편익(3.51~4.14)’보다는 ‘삶의 질 개선에 대한 편익(4.17~4.60)’에 대한 기대가 높은 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2018). 또한 최근 도시농업 유형의 경우 도시형, 주택활용형, 학교교육형, 농장 및 공원형, 근린생활형으로 분류되어진다(Lee와 Cho, 2016). 따라서 소형온실은 경제적인 이익보다는 삶의 질 개선을 위한 도시농업 유형별 활용기준 마련이 필요한 것으로 판단된다.

양지붕형(even span type) 유리 온실은 좌우 대칭형의 지붕으로 유리 온실의 가장 일반적인 형태로서 학교 텃밭온실과 같은 학교교육형에 적합한 것으로 판단된다. 사용 유리의 경우 상업용 베로형 유리온실에서는 일반적으로 4mm 두께의 유리를 주로 사용하는 것으로 알려져 있으나, 소형온실에서는 내구성을 고려하여 5mm 두께의 유리를 사용하는 것으로 하였다(Fig. 1(a), Fig. 2(a)). 양지붕형 PC판 온실은 6mm 두께의 PC판을 피복재로 사용하였고 내충격성과 시공성이 우수하고, 불연성으로 화재에 안전하고, 반투명 소재로써 과도한 직달일사로 인한 신체부담이 경감되고 사생활 보호를 위한 시선 차폐 효과를 제공하는 것으로 나타났다. 이에 따라 사회적 취약계층을 위한 학교교육형 또는 근린생활형에 적합한 것으로 판단된다(Fig. 1(b), Fig. 2(b)). 더치라이트형(dutch light) 유리 온실은 양지붕형 온실의 변형으로 측벽이 경사진 형태로써 양지붕형 온실에 비해 바닥면적이 넓어 보온비가 높고, 주변 환경과 자연스런 연출이 가능하여 도시형 또는 주택활용형에 적합한 것으로 판단된다. 더치라이트형 소형온실의 측벽 경사는 심미적 효과와 가공 및 조립의 편의성을 고려하여 약 10°로 설계하였고, 피복재는 5mm 두께의 유리를 사용하는 것으로 하였다(Fig. 1(c), Fig. 2(c)). 아치형(arch shape) 비닐 소형온실은 단동 플라스틱 온실의 일반적인 형태로써 시설비가 적고, 설치 및 철거가 비교적 용이하여 농장 및 공원형

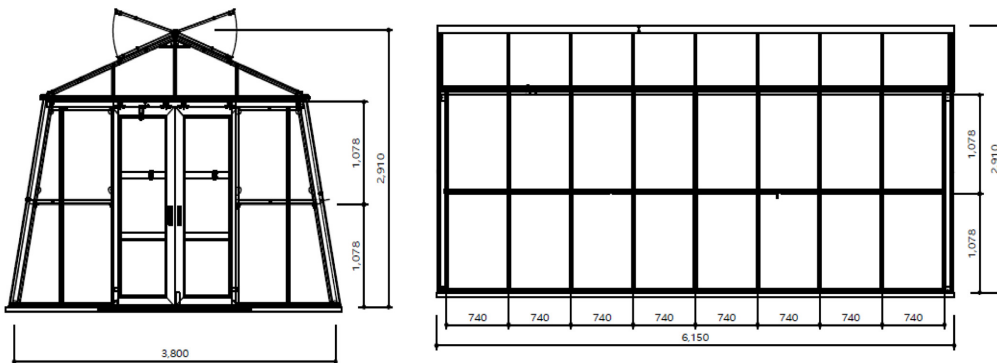
도시농업을 위한 소형온실 설계요인 분석 및 구조모델 개발



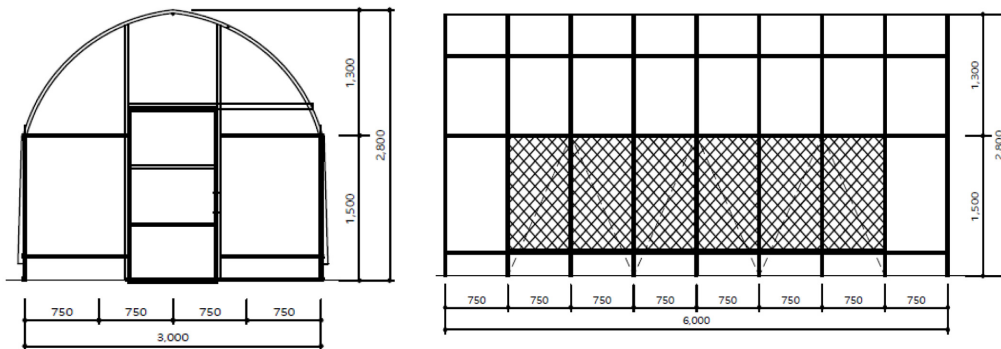
(a) Even span type covered with glass



(b) Even span type covered with polycarbonate



(c) Dutch light type covered with glass



(d) Arch shape covered with plastic film

Fig. 1. Drawings of models for small greenhouse.



Fig. 2. Photographs of models for small greenhouse.

또는 근린생활형에 유리한 것으로 판단된다. 피복재는 0.15mm 두께의 PO 필름을 사용하는 것으로 하였다(Fig 1(d), Fig 2(d)).

## 결론

본 연구에서는 우리나라 환경에 적합한 소형온실 모델을 개발하기 위하여 소형온실의 규격, 피복재, 골조재, 난방방식, 설치가격 등 설계요인을 조사 분석하고, 소형온실 구조모델을 개발하였다. 우리나라 도시농업인이 선호하는 소형온실 규격은 폭 3~4m, 측고 1.8~2m, 동고 2.5~3m, 길이 4~7m 범위인 것으로 나타났으며, 평균 3.3m, 1.9m, 2.7m, 5.7m로 각각 분석되었다. 피복재는 유리, PC판, 플라스틱 필름, 골조재는 알루미늄 합금과 철재, 난방방식은 전기에너지에 대한 선호도가 높게 나타났다. 또한 소형온실은 보급형(약 200만원)과 고급형(약 500만원)으로 구분하여 구조모델을 제시할 필요가 있는 것으로 분석되었다. 보급형의 경우 지붕형태는 아치형, 골조재는 철재 파이프, 피복재는 PO 필름을 사용하고, 고급형의 경우는 양지붕형과 더치라이트형 온실로

각관 골조에 유리 또는 PC판을 피복하는 것으로 결정하였다. 이러한 분석결과와 실용성 등을 고려하여 본 연구에서는 4종류의 소형온실 구조모델을 제시하였다. 양지붕형 유리 온실은 폭 3.0m, 길이 6.0m, 측고 2.2m, 동고 2.9m로 설정하였고, 피복재는 5mm 두께의 유리를 사용하는 것으로 하였다. 양지붕형 PC판 온실은 폭 3.0m, 길이 6.0m, 측고 2.2m, 동고 2.9m의 규격으로 6mm 두께의 PC판을 피복재로 사용하는 것으로 설계하였다. 더치라이트형 유리 온실은 폭 3.8m, 길이 6.0m, 측고 2.2m, 동고 2.9m로 설계하였고, 피복재는 5mm 두께의 유리를 사용하는 것으로 하였다. 아치형 비닐 소형온실은 폭 3.0m, 길이 6.0m, 측고 1.5m, 동고 2.8m로 설계하였고, 피복재는 0.15mm 두께의 PO 필름을 사용하는 것으로 하였다. 본 연구결과는 우리나라 환경에 적합한 소형온실 모델 개발에 매우 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 향후 소형온실에 대한 풍하중, 적설하중, 환기성능 등에 대한 분석이 필요할 것으로 판단되며, 추가 연구를 통해 구명할 예정이다.

**추가 주제어:** 더치라이트형, 도시농업, 아치형, 양지붕형

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호:PJ01251401)의 지원에 의해 이루어진 것임.

### Literature Cited

- ACD. 2016. Catalogue. Available at: <http://www.acd-serres.fr/> [accessed 10.18.17]
- Choi, M.K., S.W. Yun, H.T. Kim, S.Y. Lee, and Y.C. Yoon. 2014. Field survey on the maintenance status of greenhouses in Korea. *Protected Horticulture and Plant Factory* 23:148-157. (in Korean)
- Hwang, J.I., Y.J. Choi, B.G. Jang, and S.Y. Lee. 2010. Segmentation and characteristic analysis of urban farmers behavior. *Korean J. Community Living Science* 21:619-631. (in Korean)
- Kim, H.K., G.C. Kang, J.P. Moon, T.S. Lee, S.S. Oh, and W.S. Lee. 2017. A basic study for development of small greenhouse. *Proceedings of the Korean Society for Bio-Environment Control* 26(Supplement II):65. (in Korean)
- Kim, H.K., Y.S. Ryou, Y.S. Kim, T.S. Lee, S.S. Oh, G.C. Kang, J.P. Moon, and W.S. Lee. 2018. A Study on recognition and preference for developing the small greenhouse of urban agriculture in Korea. *Journal of the Korean Society of Rural Planning* 24:33-42. (in Korean)
- Kim, J.D. 2002. Globalization of agriculture and the movement of alternative agriculture. *The Korean Rural Sociological Society* 12:133-159. (in Korean)
- Kim, M.G., S.W. Nam, W.M. Seo, Y.C. Yoon, S.K. Lee, and H.W. Lee. 2000. *Agricultural facility engineering*. Hangmunsapublishing Co, Seoul, Korea. p. 142-144. (in Korean)
- Lee, D.G. and S.H. Cho. 2016. The analysis on the preference of urban agriculture types in accordance with lifestyle. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 44:40-50. (in Korean)
- Lee, J.W., C.H. Baek, H.W. Lee, and S.W. Chung. 2014. Current status and development of greenhouse models for oriental melon cultivation in seongju region. *Protected Horticulture and Plant Factory* 23:95-108. (in Korean)
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2015. A study on the medium and long-term development of urban agriculture. MAFRA, Sejong, Korea. (in Korean)
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2017. Act on development and support of urban agriculture. MAFRA, Sejong, Korea. (in Korean)
- Nam, S.W., and G.H. Ko. 2013. Analysis of structural types and design factors for fruit tree greenhouses. *Protected Horticulture and Plant Factory* 22:27-33. (in Korean)
- Nam, S.W., and Y.S. Kim. 2009. Actual state of structures and environmental control facilities for tomato greenhouses in chungnam region. *Jour. Agri. Sci. Chungnam Nat'l Univ., Korea* 36:73-85. (in Korean)
- Nam, S.W., Y.S. Kim, and D.U. Seo. 2013. Evaluation of natural ventilation performance for multi-span plastic greenhouses. *Protected Horticulture and Plant Factory* 22:7-12. (in Korean)
- Yu, I.H., E.H. Lee, M.W. Cho, H.R. Ryu, and D.G. Moon. 2013. Development of single-span plastic greenhouses for hot pepper rainproof cultivation. *Protected Horticulture and Plant Factory* 22:371-377. (in Korean)