

딸기 육묘용 광폭 플라스틱 필름 온실 개발

최만권^{1*} · 조명환¹ · 신현호² · 권기범³

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 시설원예연구소 농업연구사, ²농촌진흥청 국립원예특작과학원 시설원예연구소 전문연구원, ³농촌진흥청 국립원예특작과학원 시설원예연구소 농업연구관

The Development of Wide-span Plastic Film Greenhouse for Strawberry Seedling Cultivation

Man Kwon Choi^{1*}, Myeong Whan Cho¹, Hyun Ho Shin², and Ki Bum Kweon³

¹Researcher, Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

²RDA Research Associate, Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

³Senior Researcher, Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

Abstract. This study aimed to develop an optimal greenhouse model for strawberry seedling during the summer high-temperature period based on the results of field surveys. We conducted a survey on the structure types of 46 strawberry seedling farms nationwide, including width, ridge height, eaves height, ventilation method, seedling bed width, and spacing. Based on the survey results, we derived the optimal greenhouse model by considering various factors. The greenhouse width was set at 14 meters to maximize the efficiency of seedling beds and overall space. The height was determined at 2 meters, taking into account ventilation during the summer season. To reduce stress on the supporting structure due to snow loads, we established a reinforcement installation angle of 50 degrees. We analyzed two different models that use support beams with dimensions of $\phi 48.1 \times 2.1$ t and $\phi 59.9 \times 3.2$ t, respectively, to ensure structural safety against meteorological disasters, considering regional design wind speeds and snow accumulation. We utilized these developed greenhouse model to conduct strawberry seedling experiments, resulting in a high survival rate of average 93.2%. These findings confirm the usefulness of the strawberry seedling greenhouse in improving the seedling environment and enhancing overall efficiency.

Additional key words: design load, reinforcement of rafter, strawberry seedling, wide-span greenhouse

서 론

우리나라 딸기 시설재배 면적은 2017년 5,783ha에서 2021년 6,057ha로 증가하고 있으며(MAFRA, 2022), 총생산액도 매년 증가하여 2021년 기준 약 1조 3,000억 으로 안정적인 생산을 유지하고 있다. 이는 딸기 재배기술의 향상과 고설재배 기술의 개발과 보급이 결정적인 역할을 했다고 볼수 있다. 뿐만 아니라, 국산 딸기 품종의 수출 역시 10년 동안 안정적으로 성장하며, 연간 수출액은 6,000만 달러에 달한다. 이러한 경제적 성과는 딸기 산업이 국제 시장에서도 성공적으로 입지를 확장하고 있다는 것을 보여준다. 지속적이고 안정적인 딸기 생산을 위해서는 육묘에서 재배까지 안정적으로 생산할수 있는 생산기반 시설을 구축하는 것이 무엇보다 중요하다. 딸기

재배에 있어서 육묘가 70-80%라고 까지 이야기할 정도로 육묘의 중요성이 크다. 그러나 딸기 육묘 재배 및 병해충 관련 연구(Kang 등, 2019; Kim 등, 2002; Kim 등, 2020; Lee 등, 2010; Park 등, 2019)는 많으나 딸기 육묘 시설에 대한 연구는 부족한 실정이다.

딸기 묘 생산 시기인 5월부터 8월까지의 여름철 동안 딸기 육묘 온실 내부는 고온과 습도 때문에 딸기 묘가 탄저병과 시들병 등 병해충에 노출될 위험이 크다. 이러한 병해충을 막기 위해 비가림 시설이 필요하다. 현재 농가에서 이용하는 비가림 육묘 시설은 폭이 좁고 높이가 낮아 고온과 과습에 취약하다. 따라서 여름철 내부 온도의 상승을 억제하고 환기가 원활하고 생육 특성에 적합한 육묘 시설 개발이 필요하다.

온실에 대한 구조안전성 검토는 몇몇 연구자들에 의하여 지속해서 연구됐으나(Lee와Lee, 1995; Lee, 2013; Yu 등, 2012; Yu 등, 2013; Yu 등, 2014) 딸기 육묘 생육 특성을 고려한 온실 모델 설계 연구는 거의 없는 실정이다. 현재 농가에 보급된

*Corresponding author: choimk82@korea.kr

Received September 25, 2023; Revised October 25, 2023;

Accepted October 26, 2023

딸기 재배용 내재해형 규격 모델들은 측고가 낮고 폭도 좁아 딸기 육묘 시설로는 부족한 면이 있다. 따라서 본 연구에서는 딸기 육묘 재배 생육에 적합하면서 구조적으로 안전한 딸기 육묘용 광폭 플라스틱 필름 온실을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 딸기 육묘용 온실 구조현황 조사

딸기 육묘용 플라스틱 필름 온실의 규격을 설정하기 위해서 전라, 충청, 경남 등 주산지를 조사 지역으로 하였다. 각 지역 농업기술센터의 도움을 받아 현지 딸기 육묘 46 농가를 현지 방문하여 시설 유형을 직접 실측하고 희망 규격을 조사하였다. 주요 조사내용은 육묘용 온실의 폭, 동고, 측고, 길이, 희망 규격(폭, 높이), 온실형태, 육묘 베드 형식, 통로간격, 베드 폭, 베드 높이, 환기 방식 등이었다. 농가의 선호 온실형태와 희망 규격을 반영하여 딸기 육묘용 단동 플라스틱 필름 온실 규격을 도출하였다.

2. 구조해석

2.1 해석방법

딸기 육묘용 온실의 부재의 규격을 결정하기 위해 구조현황 조사 결과를 바탕으로 부재의 규격과 설치 간격 등을 다양하게 변화시켜가면서 구조안전성을 분석하였다. 구조해석과 모델링은 상용 구조해석 프로그램 SAP2000(Ver. 24.2.0; Computers and Structures, Inc.)을 이용하였다. 부재의 설계 기준은 KDS 14 30 10(2019) 강구조 부재 설계기준을 채택하였다. 강관의 탄성계수는 210GPa, 프와송비는 0.3, 항복강도는 295MPa를 적용하였다.

2.2 설계하중

딸기 육묘용 단동 온실 설계에 적용한 하중은 강관의 자중(W_d), 풍하중(W_w), 적설하중(W_s)이다. 자중은 프로그램에서 자동 계산되며, 풍하중과 적설하중은 Lee 등(1995), NAS(2015)의 기준을 따랐다. 풍하중 계산에 적용한 풍력계수는 Fig. 1과 같다.

$$W_w = c \times 0.1937 \times V_0^2 \times \sqrt{h} \times K_{zt}^2 \times A \quad (1)$$

여기서, W_w 는 풍하중(N), c 는 풍력계수, V_0 는 기준풍속(m/s, 내재해형 지역별 설계풍속), h 는 온실 측고와 동고의 평균높이(m), K_{zt} 는 지형계수(1.0), A 는 유효수압면적(m^2)이다.

적설하중은 식 (2)와 같이 계산하였다. Fig. 2와 같이 지붕경

사도 계수를 고려하여 적설하중을 산정하였다.

$$W_s = \rho \times Z_s \times C_e \times C_s \quad (2)$$

여기서, W_s 는 적설하중($N \cdot m^{-2}$), ρ 는 눈의 평균 단위 중량(적설심 1mm당 $N \cdot m^{-2}$), Z_s 는 설계적설심(cm), C_e 는 노출계수(1.0), C_s 는 지붕경사도계수(Table 1)이다.

2.3 기둥 부재 규격별 한계 높이

단동온실의 폭을 8m 이상으로 확장하려면 중앙에 기둥을 설치하거나 트러스와 같은 구조 형식을 채택해야 한다. 또한 여름철 환기의 효율을 향상 시키기 위해 기둥의 높이를 높이면 좌굴에 취약해질 수 있다. 따라서 온실의 기둥의 적정 높이를 설정이 필요하다. 기둥의 한계 높이를 계산하기 위해 강구조 설계 기준에 제시된 압축 부재 세장비 200을 적용하고, 유효 좌굴길이 계수는 1.2(1단고정 타단 회전구속/이동자유)로 가정하였다(Ryu 등, 2009). 일반적인 강구조물의 경우, 가재골

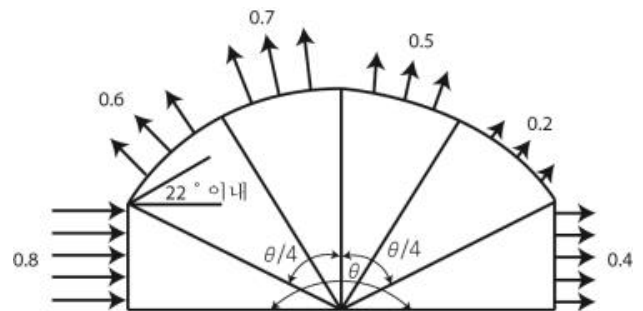


Fig. 1. Wind coefficients applied and each of the faces of greenhouse.

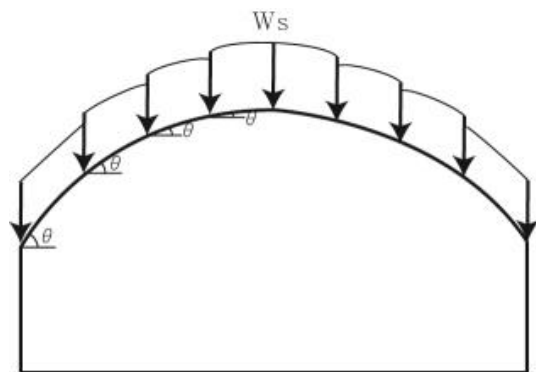


Fig. 2. Snow load applied on the roof of greenhouse.

Table 1. Roof slope factor on slippery surface.

Roof slope	$\theta \leq 20^\circ$	$20^\circ < \theta < 60^\circ$	$\theta \geq 60^\circ$
Slope factor	1.0	$1 - (\theta - 20)/40$	0

조와 트러스의 압축부재에 대한 유효좌굴길이 계수는 1.0을 적용하고 구조해석에 의해 1보다 작은 값을 적용 가능하다 (KDS 41 31 00). 본 연구에서는 유연 구조물인 온실의 특성을 고려해 1.2로 적용하였다. 식 (3)을 이용하여 기둥 부재에 대해 세장비가 초과하지 않는 범위를 높이 제한 기준으로 결정하였다.

$$\lambda = KL/r \tag{3}$$

여기서, λ 는 세장비, K 는 유효좌굴길이 계수, $L(m)$ 은 부재의 길이, $r(m)$ 은 단면 회전반경이다.

결과 및 고찰

1. 딸기 육묘용 온실 규격 설정

딸기 육묘용 온실의 규격을 결정하기 위하여 딸기 육묘 농가 구조실태를 조사하였다. Table 2에서 보는 바와 같이 딸기 육묘용 온실의 폭은 6.5m 미만부터 12.5m 이상까지 다양하였으며 그중에서 6.5 - 8.5m가 58.8%로 가장 많은 비율을 차지하고 있었다. 측고의 경우는 1.5 - 2.0m가 가장 많은 60%로 가장 많은 비율을 차지하고 있었다. 그러나 직접 면담조사 시

Table 2. Width, eaves height and type of strawberry seedling greenhouse based on field survey results (n = 46).

Item	Dimension (m)	Response percentage
Width (m)	<6.5	5.9
	6.5-8.5	58.8
	8.5-10.5	17.6
	10.5-12.5	5.9
	14.5-16.5	5.9
Eaves height (m)	26.5-28.5	5.9
	<1.5	6.6
	1.5-2	60.0
	2-2.5	20.0
	2.5-3	6.7
Type	3-3.5	6.7
	Single-span	85
	Multi-span	15

Table 4. Limited height by section property of a column member.

Shape & dimension (mm)	Section property of a column member		Limited height (m)
	Thickness (mm)	Radius of gyration (mm)	
φ48.1	2.1	16.28	2.7
φ59.9	2.3	20.381	3.4

희망하는 측고는 여름철 환기를 고려해 2m 이상을 선호하는 것으로 조사되었다.

농가의 현지 조사 결과에서 딸기 육묘용 베드 폭은 150 - 164cm, 간격은 95 - 105cm가 가장 높은 비율을 차지하고 있었다 (Table 3). 그러나 베드 설치 간격이 클 경우는 재배면적의 효율성이 떨어지므로 이를 개선하고자 이동식 벤치 설치와 여름철 환기를 고려해 폭, 측고를 결정하였다. 폭은 환기 및 면적을 효율성을 높이기 위해 광폭으로 14.0m(단동 2동 정도의 폭)로 결정하였고, 측고는 농가의 의견과 풍하중 설계를 고려해 2.0m로 설정하였다. 육묘 온실의 종류를 조사한 결과 대부분의 농가에서는 연동보다 단동을 선호하는 것으로 조사되었다. 이상의 실태조사 결과를 바탕으로 본 연구에서는 폭 14m, 측고 2.0m, 동고 4.3m를 단동 형태를 구조해석 모델로 선정하였다.

2. 딸기 육묘용 하우스 최적 부재 설계

2.1 기둥 부재 규격별 한계 높이

압축력을 받는 기둥의 길이가 길어지면 기둥의 한계응력에 도달하기 전에 좌굴에 의해 파괴가 발생할 위험이 있어 이를 고려해서 기둥의 부재 길이를 선정해야 한다.

식 (3)을 이용하여 기둥 부재의 한계 높이를 결정하였으며, 그 계산 결과는 Table 4와 같다. 기둥 부재 φ48.1×2.1t, φ

Table 3. Seedling bed width and spacing of strawberry seedling greenhouse based on field survey results (n = 46).

Item	Dimension (cm)	Response percentage
Seedling bed width (cm)	90-104	7.7
	120-134	23.1
	135-149	23.1
	150-164	30.7
	165-179	7.7
Seedling bed spacing (cm)	270-284	7.7
	<65	15.4
	65-74	7.7
Seedling bed spacing (cm)	75-84	15.4
	85-94	23.1
	95-105	38.4

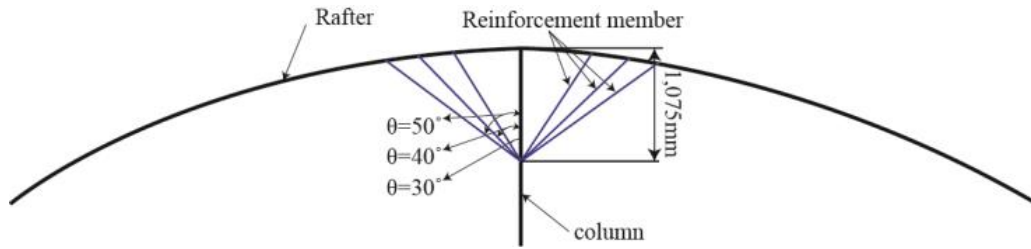


Fig. 3. Reinforced type for rafter.

Table 5. The axial force generated at footing by load.

	φ48.1×2.1t		φ59.9×2.3t	
	Wind velocity (34 m·s ⁻¹)	Snow depth (32 cm)	Wind velocity (40 m·s ⁻¹)	Snow depth (40 cm)
Pullout force (N)	4,998.6	-	7,276.0	-
Compressive force (N)	-	8,056.0	-	11,546.9

59.9×2.3t는 한계 높이가 각각 2.7m, 3.4m로 분석되어 선정된 모델의 기둥 높이 4.3m에는 단일 길이로는 사용할 수 없었다. 따라서 작업자 이동 등을 고려해 바닥에서 기둥 높이 2.15m에 좌굴을 지지할 수 있는 가로대를 설치하였다. 지지대를 설치함으로써 좌굴에 대해 안전하게 분석되었다.

2.2 서까래 보강형태

온실의 폭이 넓은 경우 적설하중에 의해 서까래 부재의 응력이 많이 증가하여 서까래 규격을 φ59.9×2.3t로 적용해도 설계 기준을 초과하는 것으로 나타났다. 따라서 부재에 발생하는 응력을 서까래 보강을 통해 줄이고자 하였다. 보강 부재의 규격을 φ48.1×2.1t와 φ59.9×2.3t로 적용하여 보강재 설치 각도를 30°, 40°, 50°로 모델링하여 구조안전성을 분석하였다 (Fig. 3). 부재의 치수에 따라 응력비가 거의 차이가 발생하지 않았으며, 적설심 40cm 하중을 적용하였을 때 설치각도 30°는 보강 부재 φ48.1×2.1t와 φ59.9×2.3t, 설치 각도 40°는 φ48.1×2.1t를 적용하였을 때 구조안전성을 확보하지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 기초 설계를 고려하여 보강재 설치 각도를 50°로 결정하였다(Fig. 4).

3. 딸기 육묘용 기초 설계

육묘용 온실은 광폭으로 인해 기초에 걸리는 하중이 일반적 인 단동온실에 비해 인발로 인해 큰 피해가 발생할 수 있으므로 충분한 기초의 검토가 필요하다. 두 가지 모델에 풍하중과 적설하중을 작용시켰을 때 기초부에 발생하는 축력은 Table 5와 같다. 기초 크기는 기초의 자중, 기초상부의 흙의 자중 및 흙의 전단저항력의 합이 기초 지점에서 발생하는 축력보다 작게 설계한다. 이때 흙의 전단저항력과 흙의 전단강도는 식 (4),

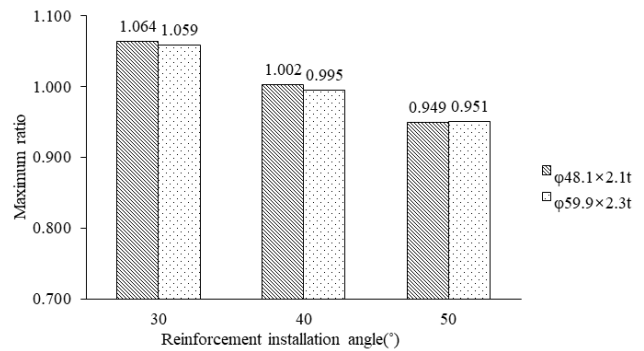


Fig. 4. Stress ratio according to the installation angle of rafter reinforcement member.

(5)로 구할 수 있다.

$$R = S \times \psi \times h \tag{4}$$

$$S = C + \sigma \tan \phi \tag{5}$$

여기서, R 은 전단저항력(t), ψ 는 기초의 둘레길이(m), h 는 기초의 높이(m), S 는 흙의 전단강도(t·m⁻²), C 는 점착력(t·m⁻²), σ 수직응력, ϕ 는 내부마찰각(°)이다.

위 식에 의해 기초의 크기를 작용하중에 안전하게 설계하였으며, 그 단면도는 Fig. 5와 같다.

4. 딸기 육묘용 온실 규격 설계

딸기 주산지역을 고려한 지역별 설계 풍속 및 적설심을 만족하는 1개의 모델과 전국을 설치 대상으로 선정하여 설계 풍속과 적설심이 높은 모델을 추가하여 2가지 모델에 대해서 구조

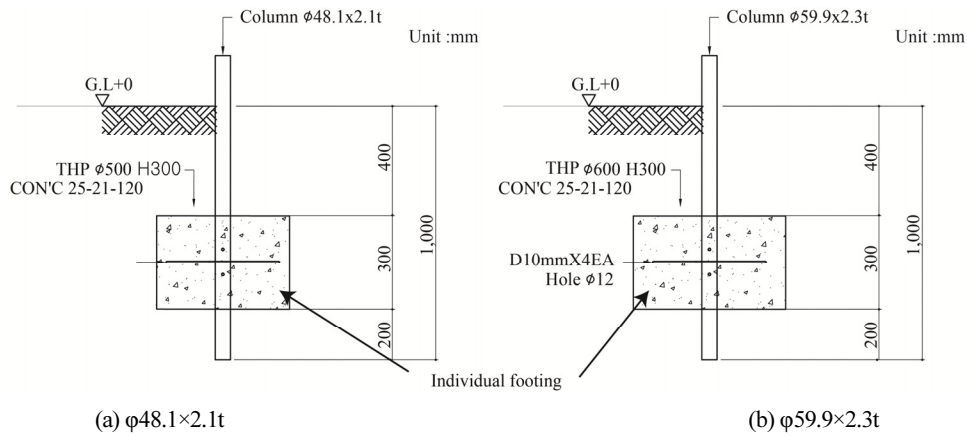


Fig. 5. Cross-sectional diagram of footing.

Table 6. Maximum stress ratio by dimension of rafter and column.

Rafter dimension $\phi(\text{mm}) \times t(\text{mm}) \times @\text{mm}$	Column dimension $\phi(\text{mm}) \times t(\text{mm}) \times @\text{mm}$	Design load and Max. stress ratio ^z			
		Wind velocity ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Max. stress ratio	Snow depth (cm)	Max. ratio stress
$\phi 48.1 \times 2.1 \text{t} @ 1000$	$\phi 48.1 \times 2.1 \text{t} @ 2000$	34	0.974	32	0.997
$\phi 59.9 \times 2.3 \text{t} @ 1500$	$\phi 59.9 \times 2.3 \text{t} @ 3000$	40	0.951	40	0.926

^zThe stress ratio is defined simply as the amount of stress a component is under compared to the allowable stress that the code allows for the material. It varies from 0 to 1.0.

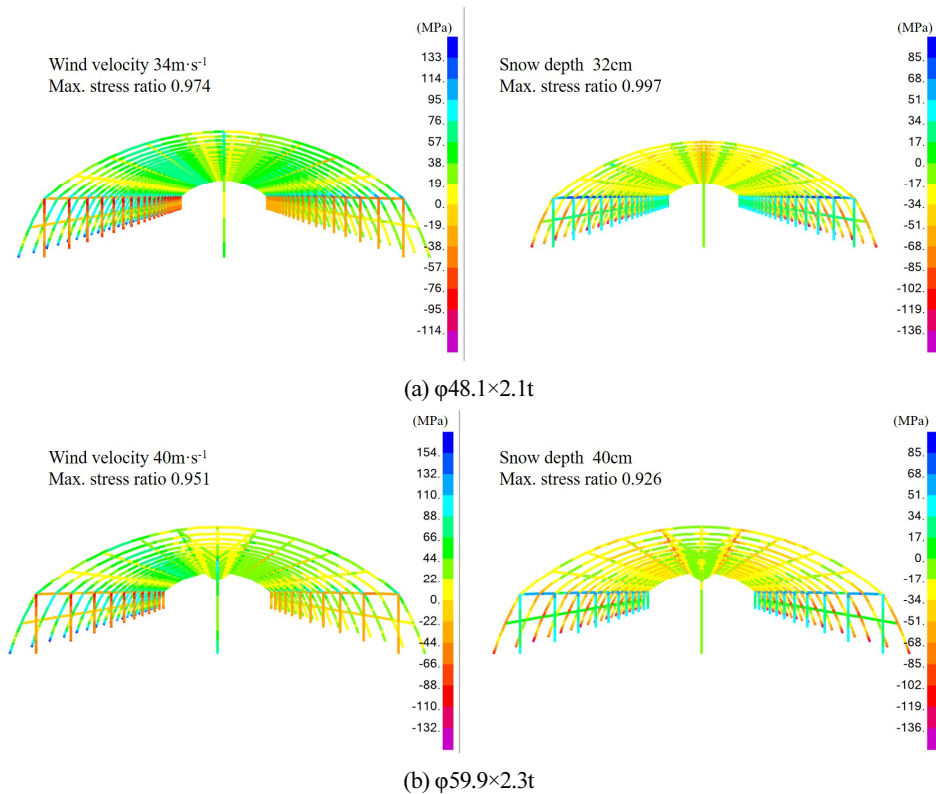


Fig. 6. Stress distribution of members on wide single-span greenhouse.

안전성을 분석하였다. 2가지 모델에 대한 안전 풍속과 적설심은 Table 6과 같다. 서까래 부재는 $\phi 48.1 \times 2.1t$, $\phi 59.9 \times 2.3t$ 비닐하우스 구조용 강관을 대상으로 안전성을 분석하였다. 가로대 부재는 $\phi 31.8 \times 1.5t$, $\phi 48.1 \times 2.1t$ 비닐하우스 구조용 강관을 사용하였으며, 지붕면에 11개와 측면에 2개를 사용하였다. 서까래 강관을 $\phi 48.1 \times 2.1t$ 로 사용하면 1.0m 이하의 간격으로 서까래 강관을 설치해야만 딸기 주산 단지인 경남, 충청, 전라 일부 지역의 설계 적설심을 만족하였고 풍속 $40m \cdot s^{-1}$ 와 적설심 40cm를 만족하기 위해서는 $\phi 59.9 \times 2.3t$ 강관을 1.5m로 설치해야 한다. Fig. 6은 $\phi 48.1 \times 2.1t$ 와 $\phi 59.9 \times 2.3t$ 로 서까래 강관을 적용하였을 때 부재에 발생하는 응력 분포도를 나타낸 것이다. 하중 조합별 각 부재에 발생하는 응력비를 계산한 결과 서까래 부재가 $\phi 48.1 \times 2.1t$ 일 때 풍하중에 의한 최대 응력비는 0.974, 적설하중 의해 각 부재에 발생한 최대 응력비는 0.997로 1.0보다 작으므로 구조적으로 안전하였다. 뿐만 아니라 서까래 부재가 $\phi 59.9 \times 2.3t$ 인 경우에도 안전한 것으로 나타났다.



Fig. 7. Photograph of strawberry seedling greenhouse.



Fig. 8. Photograph of strawberry seedling.

구조안전성 분석 결과를 기반으로, 설계된 $\phi 48.1 \times 2.1t$ 직경의 서까래를 사용한 온실을 설치하고, 저면 급수 시스템을 활용하여 딸기 육묘 실험을 진행하였다. 2023년 6월 7일에 설향 품종 총 5,472주(4반복)를 삼목한 후, 3개월 후에 평균 생존율은 93.2%로 나타났다. Kim 등(2020)의 연구결과와 비교하여도 생존율이 높아 충분히 딸기 육묘 온실로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. Fig. 7과 8는 개발된 딸기 육묘 온실의 설치 전경과 육묘 모습을 나타낸다.

적 요

본 연구에서는 딸기 육묘용 온실의 개발을 통해 딸기 육묘에 적합한 규격과 생육환경을 조성하는 데 초점을 맞췄다. 이를 위해 전국의 46개 딸기 육묘 농가를 대상으로 구조실태 및 구조개선에 대한 조사를 실시하였다. 조사 결과를 토대로 다양한 요소를 고려하여 최적의 온실 모델을 도출하였다. 온실의 폭은 육묘 베드와 면적의 효율성을 고려하여 14.0m로 설정하였으며, 측고는 여름철 환기를 고려하여 2.0m로 결정하였다. 적설하중에 의한 서까래의 응력을 감소시키기 위해 보강재 설치 각도는 50°로 설정하였다. 지역별 설계 풍속과 적설심을 고려하여 안전성을 고려한 모델을 두 가지로 분석하였고, 결과적으로 $\phi 48.1 \times 2.1t$ 와 $\phi 59.9 \times 2.3t$ 의 서까래 부재를 사용한 온실 모델 모두 안전성을 확보하였다. 이렇게 개발한 온실 모델을 활용하여 딸기 육묘 실험을 진행하였고, 생존율이 평균 93.2%로 높게 나타났다. 이러한 결과로써 개발한 딸기 육묘용 온실이 딸기 육묘 환경을 개선하고 효율적인 생육을 도모할 수 있는 유용한 시설임을 확인하였다.

추가주제어: 광폭 온실, 딸기 육묘, 보강재, 설계하중

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01606302)의 지원에 의해 이루어진 것임.

Literature Cited

- Kang D.I., H.K. Jeong, Y.G. Park, H.Wei. J. Hu, and B.R. Jeong 2019, Humidification and shading affect growth and development of cutting propagated 'Maehyang' strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) at Propagation Stage. Protected Hort Plant Fac 28:429-437. (in Korean) doi:10.12791/ksbec.2019.28.4.429
- KDS 14 30 10 (2019), Korean steel structure design code (allowable

- stress design method). MOLIT. <https://www.kcsc.re.kr/Search/ListCodes/101014>. Accessed 27 October 2023
- Kim E.J., M.J. Uhm, H.S. Jung, J.Y. Kim, and J.G. Lee 2020, Determination of optimal collecting date and exogenous auxin dipping treatments in cutting transplants of 'Seolhyang' Strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Protected Hort Plant Fac* 29:252-258. (in Korean) doi:10.12791/ksbec.2020.29.3.252.
- Kim S.H., D.G. Kim, J.T. Yoon, S.G. Choi, and J.T. Lee 2002, Primary inoculum of strawberry anthracnose in nursing field. *Res Plant Dis* 8:228-233. (in Korean) doi:10.5423/rpd.2002.8.4.228
- Lee H.W., and S.G. Lee 1995, Structural design of plastic greenhouses for prevention of meteorological disaster. *Proceedings of Korean Society for Bio-Environment Control*, pp 39-42. (in Korean)
- Lee J.W. 2013, Analysis of safety wind speed and snow depth for single-span plastic greenhouse according to growing crops. *Curr Res Agric Life Sci* 31:280-285. (in Korean). doi:10.14518/crals.2013.31.4.009
- Lee J.M., J.S. Lim, J.G. Lee, C.W. Nam, K.D. Kim, E.H. Lee, and Y.R. Yeoung 2010, Influence of the differences in altitude during raising seedlings on daughter plant characteristics and subsequent strawberry production. *Hortic Sci Technol* 28:540-544. (in Korea)
- Ministry of agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) 2022, The status of the greenhouse and production records for vegetable crops in 2021. MAFRA, Sejong, Korea, p 21. (in Korean)
- National Institute of Agricultural Sciences (NAS) 2015, Greenhouse structure design standard (draft). NAS, Wanju, Korea, pp 104-123. (in Korean)
- Park I.S., D.Y. Kim, H.S. Yoon, and J.M. Choi 2019, Influence of volumetric water content in a peat-perlite medium on mother plant growth and daughter plant occurrence during 'seolhyang' strawberry propagatio. *Hortic Sci Technol* 37: 499-508. doi:10.7235/HORT.20190050
- Ryu H.R., I.H. Yu, M.W. Cho, and Y.C. Um 2009, Structural reinforcement methods and structural safety analysis for the elevated eaves height 1-2W type plastic greenhouse. *J Bio-Env Con* 18:192-199. (in Korean)
- Yu I. H, E.H. Lee, M.W. Cho, H.R. Ryu, and D.G. Moon 2014, Development of rain shelter for chinese cabbage rainproof cultivation. *Protected Hort Plant Fac* 23:293-302. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2014.23.4.293
- 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 Hort Plant Fac* 22: 371-377. (in Korean). doi:10.12791/KSBEC.2013.22.4.371
- Yu I.H., E.H. Lee, M.W. Cho, H.R. Ryu, and Y.C. Kim 2012, Development of multi-span plastic greenhouse for tomato cultivation. *J Bio-Env Con* 21:428-436. (in Korean)