

## 고추 지주대 설치·제거기 개발 및 성능시험

강나래, 이예슬, 김영화\*, 유승화  
농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부

### Development and Performance Test of Prototype for Pepper Support Penetration & Pull-out Machine

Na-Rae Kang, Ye-Seul Lee, Young-Hwa Kim\*, Seung-Hwa Yu

Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, RDA

**요약** 고추는 특유의 매운맛으로 우리나라 음식문화에서 빼놓을 수 없는 양념채소 중 하나이다. 하지만, 노동집약적 작물로 고추 재배기계화율은 47 %이며, 그중 지주대 설치·제거 작업은 인력으로 수행되어 많은 노동력이 소모된다. 여성 농업인 증가와 고령화에 따라 사용하기 편리한 소형 농업기계에 대한 요구가 증가하고 있다. 따라서 여성 및 고령 농업인들이 쉽게 사용할 수 있는 고추 지주대 설치·제거기 개발이 필요하다. 본 연구에서는 고추 지주대 설치·제거기 시험장치를 설계·제작하고, 시험장치와 관행 방식의 지주대 설치·제거작업 성능을 비교분석하였다. 시험장치는 지주대 고정부에 지주대를 고정하고, 속도제어를 통해 설치·제거작업이 가능한 일체형으로 설계하였다. 지주대 설치작업 성능시험 결과 작업속도 0.1 m/s일 때 최대 관입력 59.08 N, 관입 소요시간 2.58s, 관입각도 2.27°로 나타나 관행작업 대비 양호한 성능을 보였다. 지주대 제거작업 성능시험 결과 인력작업, 시험장치, 수동 인발기 순으로 낮은 인발력으로 작업이 가능하였으나, 인력작업의 경우 작업 소요시간 편차가 크고, 장시간 작업할 경우 작업자의 노동부담이 증가할 것으로 판단된다. 고추 지주대 설치·제거기 개발을 위해서는 지주대 제거작업의 작업성능을 향상할 수 있는 기계적인 보완과 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

**Abstract** Chili pepper is an important seasoning and vegetable in Korean food due to its spicy taste, but it is a labor-intensive crop. The mechanization rate of chili pepper cultivation is 47 %, and support penetration and pull-out work is still dependent on manual labor. Therefore, it is necessary to develop a chili pepper support penetration and pull-out method that can be easily used by women and older farmers. In this study, a chili pepper support penetration and pull-out prototype machine was designed and manufactured. The performance of the prototype machine and a conventional method was analyzed. The prototype machine consisted of a cylinder, battery, support penetration part, pull-out part, fixing part, and speed control part. It is possible to penetrate and pull-out the support through speed control. A performance test of support penetration was performed at different working speeds (0.05, 0.75, and 0.1 m/s) and with a conventional method using a hammer in an open field and a greenhouse. As a result of the performance test of support penetration, the maximum installation load was 59.08 N, the time was 2.58s, and the angle was 2.27° at a working speed of 0.1 m/s. As a result of the performance test of support pull-out, the removal force was lowest for labor force, followed by the prototype machine and pull-out by hand. The time required for labor force was larger than that of the prototype machine. When working for a long time, it is judged that the labor intensity of farmers will increase, so the chili pepper support penetration and pull-out requires mechanical supplementation and additional research to improve the performance.

**Keywords** : Agricultural Machinery, Penetration, Pepper, Pepper Support, Pull-Out

본 논문은 농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업의 연구과제(과제번호 : PJ014875)로 수행되었음.

\*Corresponding Author : Young-Hwa Kim(RDA)

email: younghwa@korea.kr

Received September 29, 2022

Revised November 2, 2022

Accepted November 4, 2022

Published November 30, 2022

## 1. 서론

최근 발작물 소득증가에 따라 우리 농업의 주요 소득 원으로 부각되고 있으나, 국내 발농업 기계화율은 61.9 %로 벼농사의 98.6 %와 비교하여 매우 부족한 실정이다. 특히 경운·정지 및 방제 기계화율은 99.6 %, 93.2 %에 비해 파종·정식 12.2 %, 수확 31.6 %로 노동량이 많은 파종·정식작업과 수확작업의 기계화 및 자동화가 필요하다[1,2]. 발작물 중 매년 수요가 증가하고 있는 고추 재배 기계화율은 47 %로 양념채소인 마늘, 양파재배 기계화율 각각 59.2 %, 63.6 % 대비 미흡한 실정이다[2]. 고추재배 작업 생력화를 통해 경영·노동비 절감 및 수입 산 대체, 농가 경쟁력 제고를 위해 고추재배 기계화 기술이 필요하다[3].

고추는 김치문화가 전통적으로 뿌리박힌 우리나라의 대표적인 조미료 원료로서 독특한 맛과 색깔을 이용하여 김치를 만드는 필수 양념채소이다[4]. 고추 재배면적은 33,373 ha로 전체 채소 재배면적의 16.9 %를 차지하고 있는 주요 작물이다[5]. 국내 고추 산업은 취약한 생산기반, 소규모 영농단위, 농촌 노동력 부족 등에 의해 생산비가 높고, 생산효율은 낮으며, 생산비에서 인건비의 비중이 높다[6]. 고추재배 작업단계는 육묘, 정식, 관리작업, 수확작업 등으로 이루어지며, 정식작업 후 지주대 및 유인줄을 설치하는 작업은 인력으로 수행되어 많은 노동력이 소모된다[7]. 인력작업은 대부분 쪼그려 앉은 자세이거나 단순 반복작업으로 작업의 피로도가 높아 노동력 절감 및 생산효율 증대를 위해 고추재배작업 기계화가 시급하다[8].

외국의 경우 기계수확을 위한 무지주 고추재배가 범용화되고 있으나, 국내 기후 특성상 비바람에 의한 도복 방지 및 안정적인 수확을 위해 지주대 사용이 필수적이다. 국내 고추재배 기계화기술 관련 연구로는 고추 노지재배 비가림, 터널 등 시설물에 관한 연구, 고추 시비기, 정식기, 수확기 개발 연구 등이 수행되었으나, 고추재배에 적합한 지주대 설치·제거작업의 기계화 기술연구는 부족한 실정이다[9-13].

농촌 환경에서 여성 농업인 증가 및 고령화에 따라 여성친화형 농업기계에 대한 관심이 높아지고 있으며, 사용하기 편리한 소형 농업기계의 요구가 증가하고 있다[14]. 고령·여성 농업인들의 대다수가 발작물에 투여하는 노동량이 남성에 비해 많은 비중을 차지하고 있다[15]. 특히 고추재배는 노동 투입시간이 많은 노동집약적 작물로 여성, 고령 농업인의 경우 고강도 장기간 노동이 부담

되고 있다[16].

따라서 본 연구는 고령 및 여성 농업인들이 쉽게 고추 지주대를 설치·제거할 수 있는 고추 지주대 설치·제거기 시험장치를 설계·제작하고, 지주대 설치·제거 성능시험을 통하여 관행 인력방식과 비교분석을 수행하였다.

## 2. 시험장치 설계 및 제작

### 2.1 고추 지주대 설치·제거기

고추 지주대 설치·제거기 시험장치는 Fig. 1(a)와 같이 고추나무 모종이 있는 두둑 위에 지주대를 수직으로 관입하는 방식으로 설치하고, 고추 수확 후 고추나무를 제거한 상태에서 Fig. 1(b)와 같이 재사용이 가능한 지주대를 수직으로 인발하는 방식으로 제거하여 수집할 수 있도록 지주대 설치·제거작업이 가능한 일체형 시험장치를 설계·제작하였다.

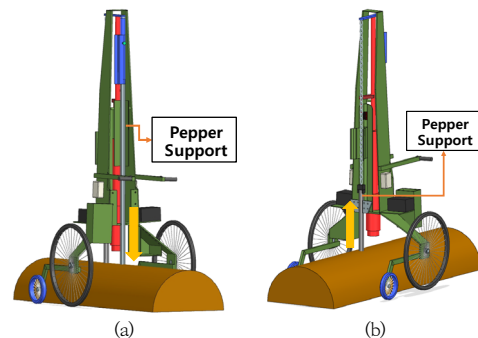


Fig. 1. Mechanism of pepper support penetration & pull-out machine  
(a) Support penetration (b) Support pull-out

지주대 설치·제거기 시험장치는 Fig. 2와 같이 전동실린더, 배터리, 지주대 관입부 및 인발부, 지주대 고정부, 속도 제어부로 구성하였다. 배터리는 24 V(LFP 24 V 30 Ah, GSP, Korea)를 사용하였으며, 크기는 890×970×1,900(L×W×H, mm)로 상제제원은 Table 1과 같다. 고추재배 양식을 고려하여 바퀴 폭 830 mm, 바퀴 두께 60 mm로 선정하였으며, 고추재배 주산지에서 많이 사용되는 고추 지주대 길이 및 고추 두둑높이를 고려하여 지주대 고정부 최소 높이를 1.5 m로 설정하였다[17]. 고추재배 포장의 경반층을 고려하여 두둑 위부터 고추 지주대를 약 300 mm 관입할 수 있도록 하였으며, 관입속도는 최대 0.1 m/s로 조절이 가능하도록 설계·제작하였다[18].

지주대 설치를 위한 지주대 고정부는 실린더가 내려오면서 지주대 고정부의 홀더가 지주대를 수직으로 가압하여 두둑 위에 지주대가 설치되도록 하였다. 지주대 제거를 위한 인발방식은 후크형태의 지주대 고정부를 이용하여 지주대를 고정 및 인발하는 형태로 제작하였다. 손잡이에 가압형식의 작동 버튼을 장착하여 관입 시 지주대 휘어짐이 발생하거나 인발 시 300 mm 이전에 완전히 지주대가 제거되었을 때 시험장치 작동을 멈출 수 있도록 하였다.

Table 1. Specifications of pepper support penetration & pull-out machine

Item		Specification
Size	L×W×H (mm)	890×970×1,900
	Weight (kg)	75.5
Cylinder	Speed (m/s)	0.1
	Length (mm)	300
	Allowable load (N)	980
Engine	Power	24VDC

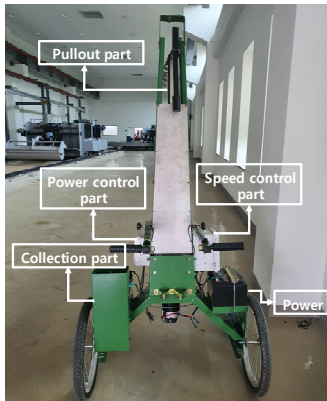


Fig. 2. The prototype of pepper support penetration & pull-out machine

### 3. 시험장치 성능시험

#### 3.1 지주대 설치작업 성능시험

##### 3.1.1 포장조성 및 토양특성

고추 지주대 설치 성능시험을 위해 고추재배 농가의 재배양식을 참고하여 두둑 폭 50 cm, 두둑 높이 25 cm의 포장을 조성하였다[17]. 지주대 설치 성능시험 시 토

양경도 및 토양 함수율을 조사하였다. 토양경도는 두둑에서 1~30 cm 구간을 1 cm 간격으로 측정하였으며, 토양 함수율은 임의의 30구간을 조사하였다. 토양특성 조사결과 토양경도는 62~1,519 kPa로 나타났으며, 토양 함수율은 평균 13.36±1.15 %로 측정되었다.

##### 3.1.2 시험방법

고추 지주대 설치·제거기의 지주대 설치작업 성능을 분석하고, 시험장치와 농가에서 사용하고 있는 관행 방식의 성능을 비교 분석하기 위해 지주대 설치 성능시험을 수행하였다. 고추 지주대 설치 성능시험에서 사용한 지주대 제원은 Table 2와 같으며, 농가에서 보편적으로 사용하는 육각단면 알루미늄 소재의 높이 1.2 m, 두께 15 mm, 무게 200 g인 지주대를 사용하였다. 관행으로 사용되는 지주대 설치방법은 인력을 이용하여 망치로 지주대를 관입하는 방식을 선정하였다. 시험장치의 작업속도 3수준과 관행방식의 성능을 비교하였으며, 시험장치의 작업속도는 관행 고추 지주대 설치작업 노동투하시간을 고려하여 0.05, 0.75, 0.1 m/s로 선정하였다[7].

지주대에 로드셀(LCK1205-K100, AND, Korea)을 장착하여 수직으로 관입 시 발생하는 관입력 및 지주대 30 cm 관입 시 소요되는 관입 소요시간과 지주대 설치 시 지주대가 두둑과 직각으로 설치되었을 때를 0°로 설정하고, 기울어진 관입각도를 측정하였다. 관입 성능은 각 요인별로 시험구간을 설정하고, 50 cm간격으로 15 개씩 3반복 수행하여 분석하였다.

SAS 9.4(SAS Institute Inc., U.S.A)는 자료를 통계적으로 처리, 분석할 수 있도록 다양한 수단을 제공하는 통계처리 소프트웨어이다. 본 실험의 데이터는 관행방식인 망치와 시험장치의 유의성 검증을 위하여 분산분석(ANOVA)을 수행하였으며, 5 % 유의수준에서 Duncan의 다중비교를 수행하였다[19,20].

Table 2. Specifications of pepper support

	Width (mm)	Height (mm)	Weight (g)	Material
Ave.	15	1,200	200	Aluminum

##### 3.1.3 성능시험 결과

고추 지주대 설치작업 성능시험은 시험장치 작업속도 3수준(0.05, 0.75, 0.1 m/s)과 망치로 지주대를 설치하는 관행방식을 요인으로 수행하였다. Table 3은 관행방

식과 시험장치 속도 3수준에 따른 관입력, 관입 소요시간, 관입각도 결과를 나타낸 것이다. 관행방식 시험결과 최대 관입력 93.92 N, 관입 소요시간 6.4s, 관입각도 2.04°로 나타났으며, 시험장치 최대 관입력을 고려하였을 때 작업속도 0.1 m/s일 때 최대 관입력 59.08 N, 관입 소요시간 2.58s, 관입각도 2.27°로 가장 양호한 것으로 분석되었다. 관행방식과 시험장치의 관입각도는 유사하나 시험장치의 경우 관행방식 대비 더 적은 힘으로 빠른 시간내에 지주대를 설치할 수 있는 것으로 나타났다.

Duncan 다중검정 신뢰수준 95 %에서 유의성 검증 결과 시험장치의 인발력의 경우 관입속도간 유의성이 나타나지 않았으나, 관입 소요시간, 관입각도간 유의성이 나타났다. 시험장치의 가장 양호한 작업속도 0.1 m/s와 관행방식의 경우 관입력과 관입각도에서 유의성이 나타나지 않았으나, 관입 소요시간에서 유의성이 나타났다.

Table 3. Results of performance test of pepper support penetration

Factors (m/s)	Penetration load (N)		Penetration time (s)	Penetration Angle (°)
	Ave.	Ave.	Ave.	Ave.
Hammer	93.92	61.59±17.6 <sup>a</sup>	6.40±1.3 <sup>b</sup>	2.04±1.1 <sup>a</sup>
Proto type	0.05	82.51	59.71±12.7 <sup>ab</sup>	5.55±1.1 <sup>a</sup>
	0.75	69.93	47.24±10.0 <sup>b</sup>	3.42±0.2 <sup>b</sup>
	0.1	59.08	52.62±9.5 <sup>ab</sup>	2.58±0.1 <sup>b</sup>

### 3.2 지주대 제거작업 성능시험

#### 3.2.1 재배양식 조사

고추재배양식 조사는 성능시험을 수행한 포장으로 고추 노지와 온실 포장에서 수행하였다. 지주대 설치·제거 성능시험에 사용된 지주대는 고추재배에 사용하는 지주대 중 농가 수요가 많고, 지주대 제거 시 노동력이 많이 소요되는 Y자 고추 지주대를 채택하였다. 두둑에 설치되어있는 지주대 관입깊이, 재질, 두께, 무게를 조사하였으며, 재배양식은 두둑 높이 및 폭, 토양 함수율과 토양경도 등을 조사하였다.

#### 3.2.2 시험방법

지주대 제거작업 성능시험은 Fig. 3과 같은 국립원에 특작과학원 소재 노지 및 온실 시험포장에서 수행하였다. 지주대 인발력 측정을 위해 지주대 설치·제거기 시험장치의 지주대 고정부에 로드셀을 부착하고, 고추 지주대를 수직 제거하여 인발력을 측정하였다. 농가 포장에

서 고추 지주대 제거 작업시간 측정을 통해 시험장치 작업속도는 0.1 m/s으로 고정하였다. 지주대 설치·제거기 시험장치의 지주대 제거작업 성능 확인을 위해 관행방식 작업 성능과 비교하였다. 관행으로 사용하는 방식은 지주대에 줄을 매달아 인력으로 지주대를 제거하는 방식과 수동 인발기를 이용하여 지주대를 제거하는 방식을 선정하였다. 노지와 온실 고추재배 포장에서 고추나무를 제거하고, 지주대만 두둑에 박혀있는 상태에서 시험을 수행하였다. 고추 지주대 제거작업 성능시험은 15회씩 3반복 수행하였으며, 수직으로 지주대 제거 시 발생하는 인발력과 지주대가 두둑으로부터 완전히 제거되었을 때의 인발 소요시간을 측정하였다. 지주대 제거작업 성능시험에서 사용하였던 지주대의 관입깊이를 조사하였다. 관입 성능시험 분석과 같은 방법으로 유의성 검증을 위하여 분산분석 및 Duncan의 다중비교를 수행하였다.

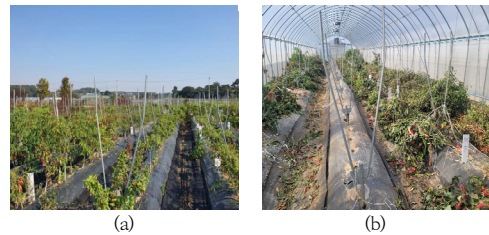


Fig. 3. A photo of pepper field for performance test (a) Open field (b) Greenhouse

#### 3.2.3 지주대 물성 및 재배양식 조사결과

지주대의 규격은 Table 4와 같이 두께 및 길이는 각각 32 mm, 0.7 m인 강철 소재 지주대를 사용하였다. 시험을 위한 고추재배 포장의 재배 양식 조사결과 Table 5와 같이 노지 고추재배 포장의 경우 두둑 폭, 두둑 높이는 각각 평균 60.33 mm, 22 mm로 조사되었다. 온실 고추재배 포장의 경우 두둑 폭, 두둑 높이는 각각 평균 80.5 mm, 25.25 mm였다. 토양경도는 깊이 40 cm 측정결과 노지 고추재배 포장 108~2,733 kPa 범위로 나타났다. 온실 고추재배 포장 170~1,185 kPa 범위로 조사되었다. 토양 함수율은 평균 노지 고추재배 포장 23.16 %, 온실 고추재배 포장 25.76 %로 분석되었다.

Table 4. Investigation of pepper support

	Width (mm)	Height (mm)	Weight (g)	Material
Ave.	32	700	900	Steel

Table 5. Investigation of pepper's cultivation type

		Ridge width (cm)	Ridge height (cm)	Soil Water content (%)
Open field	Ave.	60.33	22	23.16
	S.D.	0.58	0.5	2.95
Green house	Ave.	80.5	25.25	25.76
	S.D.	0.58	0.5	1.19

3.2.4 노지 성능시험 결과

노지 고추재배 지주대 제거작업 성능시험은 인력작업, 수동 인발기 및 시험장치 속도 0.1 m/s를 요인으로 수행하였다. 지주대 제거작업 성능시험 결과는 Table 6과 같다. 지주대 제거작업 성능시험에서 사용하였던 지주대의 관입깊이는 인력작업, 수동 인발기, 시험장치 각각 평균 35.36, 35.71, 34.49 cm로 유사하였다. 평균 인발력의 경우 인력작업은 477.65 N, 수동 인발기는 679.64 N, 시험장치는 563.44 N으로 인력작업, 시험장치, 수동 인발기 순으로 인발력이 적게 소요되는 것으로 나타났다. 인력작업 시 시험장치 대비 적은 인발력으로 작업이 가능하나 작업 소요시간 편차가 크고, 장시간 작업할 경우 작업자의 노동부담이 증가할 것으로 판단된다.

Duncan 다중검정 결과 신뢰수준 95 %에서 유의성 검증결과 인발 소요시간은 인력작업, 수동 인발기, 시험장치간 유의성이 나타나지 않았다. 인발력의 경우 인력작업과 시작기간의 유의성이 나타나지 않았으나, 수동 인발기와 시작기간의 유의성이 나타났다.

Table 6. Results of performance test of pepper support pull-out in pepper open field

Factors	Pull-out load (N)		Pull-out Time (s)	Penetration depth (cm)
	Max.	Ave.	Ave.	Ave.
Manual labor	757.05	477.65±214.5 <sup>b</sup>	5.75±5.3 <sup>a</sup>	35.36±1.9
Hand pull-out	910.71	679.64±163.2 <sup>a</sup>	2.85±0.8 <sup>a</sup>	35.71±1.3
Prototype	725.30	563.44±141.7 <sup>b</sup>	4.2±2.6 <sup>a</sup>	34.49±1.6

3.2.5 온실 성능시험 결과

온실 고추재배 지주대 제거작업 성능시험 결과는 Table 7과 같다. 지주대 제거작업 성능시험에서 사용한 지주대의 평균 관입깊이는 인력작업, 수동 인발기, 시험장치 각각 35.5, 36.0, 34.0 cm로 유사하게 나타났다.

평균 인발력의 경우 인력작업 305.79 N, 시험장치 404.71 N, 수동 인발기 552.49 N 순으로 적은 인발력이 소요되는 것으로 분석되었다. 지주대 인발 소요시간의 경우 인력작업 1.57s, 수동 인발기 2.09s, 시험장치 2.5s로 나타났다. 온실 고추재배 포장의 경우 노지 고추재배 포장 대비 토양경도가 낮아 일정한 속도로 작업하는 시험장치의 인발 소요시간이 인력작업 대비 많은 시간이 소요되는 것으로 판단된다.

Duncan 다중검정 결과 신뢰수준 95 %에서 유의성 검증 결과 인발력의 경우 인력작업과 시험장치간의 유의성이 나타나지 않았으나, 수동 인발기와 시험장치간의 유의성이 나타났다. 인발 소요시간은 인력작업, 시험장치간의 유의성이 나타났으며, 수동 인발기와 시험장치간의 유의성은 나타나지 않았다.

Table 7. Results of performance test of pepper support pull-out in pepper greenhouse

Factors	Pull-out load (N)		Pull-out Time (s)	Penetration depth (cm)
	Max.	Ave.	Ave.	Ave.
Manual labor	487.75	305.79±87.9 <sup>b</sup>	1.57±0.7 <sup>b</sup>	35.5±3.3
Hand pull-out	815.65	552.49±180.7 <sup>a</sup>	2.09±0.5 <sup>a</sup>	36.0±1.7
Prototype	633.47	404.71±145.8 <sup>b</sup>	2.49±0.4 <sup>a</sup>	34.0±1.29

4. 결론

본 연구에서는 인력작업으로 수행하고 있는 고추 지주대 설치·제거작업의 노동력 절감 및 생산 효율증대를 위해 고추 지주대 설치·제거기 시험장치를 설계하고 제작하였다. 또한, 시험장치와 관행작업 성능과 비교분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 고추 지주대 설치·제거기 시험장치는 보행형으로 지주대 설치 및 제거작업을 동시에 수행할 수 있는 일체형으로 설계하였으며, 전동실린더, 배터리, 지주대 설치부·제거부, 지주대 고정부, 속도 제어부로 구성하여 제작하였다.
- 2) 지주대 설치작업 성능시험은 망치를 사용하는 관행 방식과 시험장치 작업속도를 요인으로 하였으며, 관입력, 관입각도, 관입 소요시간을 분석하였다. 설치작업 성능 분석결과 관행 방식 대비 시험장치 작업속도 0.1 m/s에서 최대 관입력 59.08 N, 관입

- 소요시간 2.58s, 관입각도 2.27°로 가장 양호하다.
- 3) 지주대 제거작업 성능시험은 시험장치와 관행방식인 수동 인발기, 인력작업을 요인으로 노지 및 온실 고추재배 포장에서 수행하였다. 제거작업 성능 분석결과 인력작업, 시험장치, 수동 인발기 순으로 적은 인발력이 소요되는 것으로 나타났다. 인력작업의 경우 시험장치 대비 적은 인발력으로 작업이 가능하나 작업 소요시간 편차가 크고, 장시간 작업할 경우 작업자의 노동부담이 증가할 것으로 판단된다.
  - 4) 고추 지주대 설치·제거작업의 기계화를 위해 지주대 제거작업의 작업성능을 향상할 수 있도록 진동, 회전방식 등 인발부 메커니즘 개선에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

## References

- [1] I. S. Choi, Y. K. Kim, Y. Choi, S. H. Yu, J. K. Woo, T. G. Kang, H. J. Jun, S. H. Lee, J. G. Kim, J. W. Han, "A Survey on cropping patterns & transplanting machine for development of riding type onion transplanter", *Proceeding of the KSAM & ARCs 2019 autumn conference*, Korean Society for Agricultural Machinery, Korea, Vol.24, No.2, pp.74, Oct. 2019.
- [2] J. M. Lee, B. G. Kim, S. Y. Shin, A Study on Utilization Status of Agricultural Machinery and Farm Mechanization Rate in 2019, pp.172, Rural Development Administration, 2020, pp.80-81.
- [3] N. R. Kang, Y. H. Kim, Y. S. Lee, S. H. Yu, J. K. Woo, I. S. Choi, Y. Choi, Y. K. Kim, "Development and field performance test of prototype for pepper pillar staker-puller", *Proceeding of the KSAM & ARCs 2021 autumn conference*, Korean Society for Agricultural Machinery, Korea, Vol.26, No.2, pp.235, Oct. 2021.
- [4] Y. Choi, *Development of the Pepper Mechanical Harvesting System*, Ph.D dissertation, Chonnam National University of Agricultural Engineering, Chonnam, Korea, pp.1-4, 2006.
- [5] KOSIS, "Open Field Vegetable Cultivation Area", Korea Statistical Information Service, 2021, Available form: <https://www.kosis.co.kr/>, Sep. 2022.
- [6] Y. Choi, H. J. Jun, C. K. Lee, C. S. Lee, S. N. Yoo, S. R. Shu, Y. S. Choi, "Development of a mechanical harvesting system for red pepper(I) -Surveys on conventional pepper cultivation and mechanization of pepper harvesting-", *Journal of Biosystems Engineering*, Vol.35, No.6, pp.367-372, Dec. 2010. DOI: <https://doi.org/10.5307/JBE.2010.35.6.367>
- [7] C. S. Lee, K. H. Cho, C. K. Kim, H. J. Kim, T. K. Kang, J. Y. Lee, "Study on mechanization of red pepper cultivation", *Proceedings of the KSAM 2002 winter conference*, Korean Society for Agricultural Machinery, Korea, Vol.7, No.2, pp.48-53, Feb. 2002.
- [8] W. Kim, J. W. Han, "Productivity improvement by mechanization of field farming", *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.21, No.2, pp.29-31, Dec. 2016.
- [9] H. S. Kim, K. S. Jang, D. J. Choi, D. H. Pae, J. L. Cho, T. Kim, "Effect of different mulching materials on the growth and yield of red pepper in early maturation culture under row cover", *Journal of Horticulture Environment and Biotechnology*, Vol.40, No.6, pp.662-664, 1999.
- [10] C. K. Kim, C. S. Lee, T. K. Kang, S. H. Park, D. K. Choi, H. J. Kim, T. Y. Kwak, Y. A. Shin, Development of Red Pepper Side-dressing Operator, Research Report, Rural Development Administration, Korea, pp.276-283.
- [11] J. Y. Kim, S. H. Park, D. K. Choi, C. K. Kim, T. Y. Kwak, Y. A. Shin, S. C. Choi, W. G. Chun, Development of Walking Type Red Pepper Transplanter, Research Report, Rural Development Administration, Korea, pp.158-166.
- [12] Y. K. Kim, J. T. Hong, Y. Choi, H. J. Jun, Y. M. Cho, P. D. Ham, Y. A. Shin, J. Y. Lee, Development of Once-Over Harvest Pepper Harvester, Research Report, Rural Development Administration, Korea, pp.306-317.
- [13] C. Y. Kim, O. H. Kwon, N. Y. Park, M. Lee, J. G. Won, Setting the Harvest Time for Minimizing Loss When Harvesting Red Pepper Machines, Research Report, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Korea, pp.342-349.
- [14] P. U. Lee, C. H. Choi, Y. S. Choi, L. J. Lee, Y. J. Kim, "Load capacity simulation PTO gears for a small cultivator during rotary ditching operation", *Proceedings of the KSAM&UMRC 2017 Spring conference*, Korean Society for Agricultural Machinery, Korea, Vol.22, No.1, pp.11, Apr. 2017.
- [15] Y. J. Cho, H. Y. Yun, H. G. Hong, J. S. Oh, H. C. Park, M. S. Kang, K. H. Park, K. H. Seo, S. D. Kim, Y. T. Lee, "Development of autonomous steering platforms for upland furrow", *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol.20, No.9, pp.70-75, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14775/ksmpe.2021.20.09.070>
- [16] E. Y. Yang, M. C. Cho, H. B. Jeoung, C. W. Nam, S. Rajametov, S. Y. Chae, "Development of pepper inbred lines with intensive fruit setting properties for digital agriculture platform" *2021 Annual spring conference of the Korean Society for Horticultural Science*, Korean Society for Horticultural Science, Online, Korea, Vol.39, No.1, pp.69, 2021.
- [17] T. W. Heo, Farming Skill Guide -Green & Red Pepper-, pp.368, Rural Development Administration,



2020, pp.108-111.

- [18] C. S. Choi, E. Y. Yang, S. Y. Choi, M. C. Cho, H. S. Choi, S. R. Cheong, S. W. Jang, "Paddy cultivation technology development for consistent production of red pepper", 2010 *Annual Autumn Conference of the Korean Society for Horticultural Science*, Korean Society for Horticultural Science, Korea, Vol.28, No.2, pp.47, 2010.
- [19] S. H. Lee, Y. L. Kang, S. Y. Shin, S. H. Jang, T. H. Kim, S. R. Choi, "Development of the holed-roller type metering device of ginseng seeder", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.23, No.4, pp.335-342, Apr. 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.4.335>
- [20] SAS Institute Inc, 2020, [https://www.sas.com/en\\_us/home.html](https://www.sas.com/en_us/home.html)

강 나 래(Na-Rae Kang)

[정회원]



- 2018년 2월 : 충남대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2017년 11월 ~ 현재 : 국립농업과학원 석사후연구원

<관심분야>  
농업기계, 정밀농업

이 예 슬(Ye-Seul Lee)

[정회원]



- 2019년 2월 : 충남대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 국립농업과학원 석사후연구원

<관심분야>  
농업기계, 정밀농업

김 영 화(Young-Hwa Kim)

[정회원]



- 2011년 2월 : 성균관대학교 대학원 생명공학과 (공학석사)
- 2021년 2월 : 성균관대학교 대학원 생명공학과 (공학박사)
- 2007년 8월 ~ 현재 : 국립농업과학원 농업연구사

<관심분야>  
농업기계

유 승 화(Seung-Hwa Yu)

[정회원]



- 2010년 2월 : 전남대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2017년 2월 : 전남대학교 대학원 농업기계공학과 (공학박사)
- 2016년 7월 ~ 현재 : 국립농업과학원 농업연구사

<관심분야>  
농업기계, 정밀농업