

승용 자주식 마늘 수집기 성능평가

이예슬¹, 강나래¹, 김영화^{1*}, 유승화¹, 남영조², 권승귀², 하유신³, 박형규³
¹농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부, ²주식회사 볼스, ³경북대학교 생물산업기계공학과

Performance Evaluation of Riding Type Self-Propelled Garlic Collector

Ye-Seul Lee¹, Na-Rae Kang¹, Young-Hwa Kim^{1*}, Seung-Hwa Yu¹,
Young-Jo Nam², Seung-Gwi Kwon², Yu-Shin Ha³, Hyung-Gyu Park³

¹Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Science, RDA

²Bulls Co., Ltd

³Kyungpook National University, Department of Bio-industrial Machinery Engineering

요약 국내 마늘 생산량은 2021년 기준 308,532 톤으로 전년 대비 54,900 톤(15.11%) 감소하였으며, 가격이 저렴한 수입 마늘이 전체 생산량의 22.6%를 차지하여 이에 대한 대책이 요구된다. 또한, 노동력이 많이 투입되는 수확 작업의 경우 대부분 인력에 의존하며 기계화율이 36.7%로 미흡한 실정이다. 따라서, 본 연구에서 승용 자주식 마늘수집기를 개발하고, 적정 작업 조건과 작업성능을 분석하기 위해 요인시험 및 포장성능평가를 수행하였다. 개발한 마늘 수집기는 굴취된 마늘을 끌어올리는 수집부, 이물질 분리를 위한 이송부 및 선별부, 이송된 마늘을 톤백(ton bag)에 수집하는 수납부로 구성된다. 수집 각도, 수집 속도에 따른 요인시험 결과 수집 각도 14°일 때 낙하율이 5.55%, 수집 속도 35 rpm일 때 손실률이 8.89%로 가장 양호하였으나, 수집성능이 5% 이내를 만족하지 못하므로 이에 대한 수집부의 형상 개선이 필요한 것으로 분석되었다. 손실률을 줄이고자 수집부 롤러의 각도를 약 5° 감소시켰으며, 2차 시작기의 작업성능을 분석하기 위해 포장성능시험을 수행하였다. 주행속도 3수준(0.2, 0.3, 0.4 m/s), 수집 속도 3수준(60, 70, 80 rpm)을 요인으로 손실률, 손상률, 이물질 혼입률 등을 분석한 결과 이물질 혼입율은 모든 작업 조건에서 2% 미만으로 농업기계 검정기준을 만족하는 것으로 나타났으며, 수집성능은 수집 속도 70 rpm일 때 수집률 및 손실률이 가장 양호한 것으로 분석되었다. 따라서, 승용 자주식 마늘 수집기 개발을 통해 농촌 인력 부족 현상 해소 및 노동력 절감 효과로 농가 소득 증대에 기여할 것으로 판단된다.

Abstract Garlic production decreased by 54,900 tons to 308,532 tons in 2021 compared to the previous year, and inexpensive imported garlic comprised 22.6% of total production, so countermeasures are required. Therefore, in this study, a riding-type self-propelled garlic collector was developed, and factor testing and field performance evaluation were conducted. The factor test according to the collection angle and speed showed that the fall ratio was 5.55% when the collection angle was 14°, and the loss ratio was 8.89% when the collection speed was 35 rpm. On the other hand, the collection performance was not satisfied within 5%. The shape of the collection part needs to be improved. To reduce the loss rate, the angle of the collector roller was reduced by approximately 5°, and the field performance test was performed to analyze the loss rate, damage rate, and foreign matter mixing ratio by the driving and collection speeds. The analysis showed that the foreign matter mixing ratio was less than 2% under all working conditions. The collection and the damage rate were the best when the collection speed was 70 rpm. Therefore, developing a garlic collector will help increase farm income by solving the labor force problem.

Keywords : Garlic, Collector, Riding Type, Self-Propelled, Performance Evaluation

본 논문은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단농기계산업화기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(과제번호: 321064-2).

*Corresponding Author : Young-Hwa Kim(RDA)

email: younghwa@korea.kr

Received October 14, 2022

Revised November 25, 2022

Accepted December 7, 2022

Published December 31, 2022

1. 서론

마늘은 고추, 양파, 파 등 조미채소 중 고추에 이어 두 번째로 넓은 재배면적을 차지하고 있는 중요 작물이다[1,2]. 그러나 마늘의 재배면적은 2020년도 25,372 ha에서 2021년도 21,999 ha로 약 13 % 감소하였으며, 생산량 또한 2020년도 363,432 톤에서 2021년도 308,532 톤으로 약 15 % 감소하였다[1]. 이러한 감소 원인은 인건비 상승, 수입 마늘 증가, 농가의 인구 고령화 등이 있다.

2021년 통마늘의 도매가격은 수입 마늘의 99.3 %를 차지하는 중국산 마늘의 1.5배에 달하며, 마늘의 생산비는 중국에 비해 2배 정도 높아 가격 경쟁력이 낮다[3,4]. 마늘 생산비 중 노동비는 48 %의 높은 비율을 차지하므로 가격 경쟁력을 높이기 위하여 노동비를 절감할 수 있는 마늘 재배의 기계화가 필요하다.

마늘 재배과정은 파종-줄기 절단-굴취 및 수확-노지 건조-수집-건조-선별 및 포장-저장 순서로 진행된다. 수확 15~20일 전 줄기 절단 작업 후 트랙터 부착형 땅속작물 수확기로 굴취하여 노지에서 건조과정을 거치며, 건조된 마늘은 대부분 인력에 의존하여 수집하고 있다. 또한, 마늘 재배과정의 기계화율은 2019년 기준 59.2 %이며, 수확 작업의 기계화율은 36.7 % (승용형 14.3 %)로 저조한 실정이다. 이와 같이 수집과정의 지나친 노동력 투입은 생산성 저하의 원인이 된다. 기계화율을 향상시키고 생산비 절감을 위해 승용 자주식 마늘 수집기의 개발이 필요하다.

최근 수확·수집 동시 작업형인 수확기를 개발하여 난지형 마늘을 대상으로 수확 포장성능평가를 수행하여 손실률 및 손상률을 분석하였으며(Choi et al., 2021), 이송부 경사에 따른 요인시험을 통하여 이송률을 분석하였다(Kim et al., 2020)[5,6]. 하지만 이와 같은 방식의 마늘 수확기는 수집 후 별도의 건조 작업이 요구되고, 선별이 제대로 이루어지지 않는 문제점 등이 발생하였다.

따라서 본 연구에서는 승용 자주식 마늘 수집기 개발을 위한 주요부 작업성능 평가를 위해 요인시험 및 포장성능시험을 수행하였다. 요인시험은 수집 각도와 수집 속도를 요인으로 하였으며, 포장성능시험은 주행속도와 수집 속도를 요인으로 하였다.

2. 마늘 수집기 주요 작업부 요인시험

2.1 승용 자주식 마늘 수집기 1차 시작기

마늘 주산지 중심으로 수확 및 수집 작업을 동시에 수행하는 트랙터 부착형 수확 작업기 또는 자주식 수확기를 사용하고 있다. 이러한 수확 작업은 수집 후 별도의 건조 작업이 필요하며, 이물질 혼입률이 높은 문제점이 발생한다. 본 연구에서는 굴취 후 노지에 건조된 마늘의 수집, 이송, 수납 일괄 작업이 가능한 고능률 마늘 수집기를 설계 및 제작하였다.

개발한 마늘 수집기 1차 시작기는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 굴취된 마늘을 끌어올리는 수집부(collection part), 마늘에 묻은 흙을 털어내어 이물질을 분리하는 이송부(transfer part) 및 선별부(selection part), 이송된 마늘을 톤백(ton bag)에 수집하여 연속 작업이 가능한 수납부(storage part)로 구성된다.

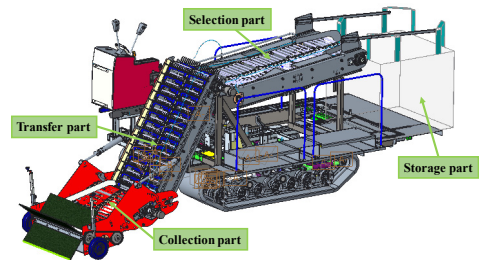


Fig. 1. A modelling of the first prototype of riding type self-propelled garlic collector with major components

수집부 및 이송부는 이송 리그 횡 방향 피치 50 mm, 종 방향 피치 200 mm, 이송 리그 길이 65 mm로 설계하였다. 시작기는 57 ps 엔진을 사용하여 제작하였으며, 크기는 5,095×2,280×2,260(L×W×H, mm)으로 상세제원은 Table 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Specifications of prototype garlic collector

Items		Specification
Size	L×W×H (mm)	5,095×2,280×2,260
	Power (ps)	57
Engine	Rated speed (rpm)	2,800
	W×L (mm)	400×1,570
Crawler	Trade (mm)	980
	Travel speed (m/s)	0~1.6

2.2 요인시험 방법

승용 자주식 마늘 수집기의 주요 작업부인 수집부의

적정 작업 조건을 파악하기 위하여 난지형 마늘(품종 : 대서)을 대상으로 수집 각도와 수집 속도를 요인으로 하여 Fig. 2에서 보는 바와 같이 1차 시작기의 요인시험을 수행하였다.



Fig. 2. View of factor experiments

마늘 수집기 1차 시작기의 요인시험은 기계 정지상태에서 수집 각도, 수집 속도를 요인으로 수행하였으며, 요인별 30개의 마늘을 투입하여 3반복 실시하였다. 디지털 전자 각도기(DL134, YATO, China)를 사용하여 수집 각도를, 접촉식 회전계(DT-207LR, SHIMPO, Taiwan)를 사용하여 수집 속도를 측정하였다. 수집 속도는 선행 연구의 수집형 땅속작물수확기의 이송 속도를 참고하여 30~50 rpm까지 10 rpm 간격으로 선정하였으며, 수집 속도가 30 rpm일 때 수집부 작동 멈춤 현상이 발생하여 최저속도는 35 rpm으로 설정하였다[7]. 선진기대를 사용하는 농가의 수확작업 굴취각이 20° 이내인 것으로 조사되었으며, 이를 활용하여 수집 각도 요인을 14°, 17°, 20°로 선정하였다[5].

마늘 수집기 1차 시작기 요인시험의 주요 분석 내용은 수집 각도에 따라 이송부로 전달되지 못하고 떨어지는 마늘의 비율을 조사한 낙하율(fall ratio)과 수집 속도에 따라 수납부까지의 이송과정에서 낙하 및 기계 끼임 등으로 손실된 마늘의 비율을 조사한 손실률(loss ratio)을 분석하였다.

2.3 마늘 수집기 수집·이송부 요인시험 결과

Table 2, 3은 수집 각도와 수집 속도에 따른 낙하율, 손실률을 나타낸 것이다. 요인시험 결과 수집 각도와 수집

속도가 증가할수록 낙하율 및 손실률이 증가하는 경향으로 나타났으며, 수집 각도가 14°일 때 낙하율이 5.56 %, 수집 속도가 35 rpm 일 때 손실률이 8.89 %로 가장 양호한 것으로 분석되었다. 하지만, 이의 경우 한국농업기술진흥원의 농업기계 검정기준 중 땅속작물수확기 성능 기준인 손실률 5 % 이내를 만족하지 못하므로 손실률을 줄이기 위해 수집부의 형상 개선이 필요할 것으로 판단된다[8].

Table 2. Fall ratio collection part of garlic collector

Collection Degree (°)	Number of garlic fall	Fall ratio (%)	Average (%)
14	4	13.33	5.56
	0	0.00	
	1	3.33	
17	5	16.67	14.44
	5	16.67	
	3	10.00	
20	9	30.00	38.89
	13	43.33	
	13	43.33	

Table 3. Loss ratio transfer part of garlic collector

Collection speed (rpm)	Number of garlic loss	Loss ratio (%)	Average (%)
35	2	6.67	8.89
	3	10.00	
	3	10.00	
40	4	13.33	12.22
	3	10.00	
	4	13.33	
50	3	10.00	13.33
	3	10.00	
	6	20.00	

3. 마늘 수집기 포장성능평가

3.1 승용 자주식 마늘 수집기 2차 시작기

앞서 제작한 마늘 수집기의 손실률을 줄이고자 수집부의 형상을 개선하였다. 수집된 마늘이 이송부로 전달되지 못하고 굴러떨어지는 것을 방지하고자 수집부를 구성하는 스프로킷 기어의 크기를 변경하여 상단 롤러가 지면과 이루는 각이 약 5° 감소하도록 설계하였다. Fig. 3은 포장성능시험에 투입된 마늘 수집기 2차 시작기를 나타낸 것이다.

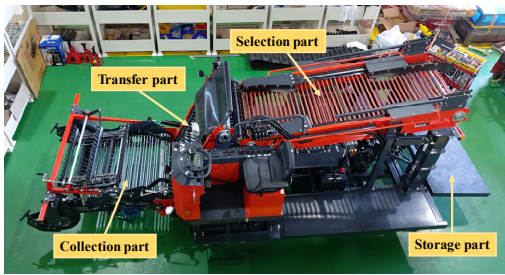


Fig. 3. A photo of the second prototype of riding type self-propelled garlic collector with major components

3.2 마늘 수집기 포장성능시험 방법

마늘 수집기의 주행 및 수집 속도에 따른 손실률, 손상률, 이물질 혼입률 등 주요 작업부의 작업성능 및 적정 작업속도를 선정하기 위하여 Fig. 4와 같이 마늘(품종 : 대서)을 대상으로 포장성능시험을 수행하였다[9]. 본 연구에서 개발 중인 ‘승용 자주식 마늘 수집기’ 2차 시작기를 투입하였으며, 경상남도 창원군 효정리 소재 농가 포장에 시험포장을 조성하였다.

수집 각도에 따른 요인시험 결과 14°일 때 낙하율이 가장 양호하였으므로 포장성능시험에서 수집 각도를 14°로 고정하였으며, 주행속도는 마늘 수집기의 개발목표 성능 60 min/10a를 만족하는 최소 주행속도인 0.2 m/s를 기준으로 하여 0.2, 0.3, 0.4 m/s로 선정하였다. 수집 속도는 요인시험과 동일하게 설정하였으며, 수집부 구성 기어의 설계변경으로 60, 70, 80 rpm으로 측정되었다. 각 요인별 시험구간은 3 m로 3반복 실시하였고, 성능분석 결과는 평균값으로 나타내었다. 수집 속도는 PTO 구동 박스의 출력 회전속도를 통해 변화시켰으며, 접촉식 회전계(DT-207LR, SHIMPO, Taiwan)를 이용하여 회전속도를 측정하였다.



Fig. 4. View of performance experiments

승용 자주식 마늘 수집기의 성능분석은 아래 식 Eq. (1), (2), (3)과 같이 계산하였다. 수집부와 이송부, 선별부를 거쳐 수납부에 담기는 마늘과 이송과정 중 손실되는 마늘의 개수를 조사하여 손실률을 조사하였다. 수집·손실된 마늘 중 구 직경이 35 mm 미만인 마늘은 상품성이 없으므로 제외하였다. 수납부에 담긴 마늘과 이물질 비율을 조사하여 이물질 혼입률을 조사하였고, 수집된 마늘은 껍힘과 쪼개짐을 조사하였으며, 요인별 무작위로 30개씩 선별하여 Fig. 5와 같이 껍질을 제거하고 알마늘의 멍을 조사하여 기계적 손상률을 분석하였다.

$$P_l = \frac{N_l}{N_c + N_l} \times 100 \quad (1)$$

Where, P_l denotes loss ratio, N_l denotes the number of garlic loss, N_c denotes the number of garlic collected

$$P_m = \frac{W_d}{W_g + W_d} \times 100 \quad (2)$$

Where, P_m denotes foreign matter mixing ratio, W_d denotes weight of foreign matter collected, W_g denotes weight of garlic collected

$$P_d = \frac{N_d}{N_r} \times 100 \quad (3)$$

Where, P_d denotes damage ratio, N_d denotes the number of garlic damaged, N_r denotes randomly selected garlic

승용 자주식 마늘 수집기 성능시험의 요인별 유의성을 검정하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 수행하였으며, 5% 유의수준에서 Duncan의 다중비교로 유의성을 검정하였다.



Fig. 5. A photos of damage ratio analysis

3.3 마늘 기초 물성 분석

요인시험 포장에서 마늘 재배양식 및 30개의 마늘을 대상으로 Fig. 6과 같이 구 높이, 구 직경, 함수율 등 마늘 기초 물성을 조사하였다[10]. 함수율은 공기오븐(PH-201, ESPECCORP, Japan)을 이용하여 103 ℃에서 24시간 건조하여 측정하였다.

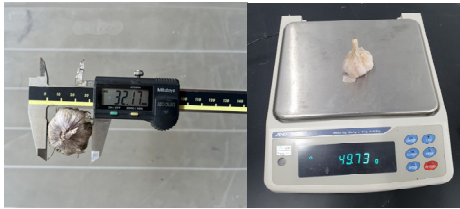


Fig. 6. Investigation of basic properties for garlic

요인시험 포장의 재배양식 및 마늘 물성을 조사한 결과 Table 4와 같이 마늘 굴취 수확 작업 전 포장의 재배양식은 8조 재배로 주간·조간은 20.8×11.6 cm, 두둑 폭 100 cm, 두둑 높이 15 cm, 굴취 작업 후 두둑 폭은 120 cm로 조사되었으며, 마늘의 기초 물성은 구 높이 33.8±3.5 mm, 구 직경 60.1±4.2 mm, 함수율 71.5 %로 나타났다.

Table 4. Investigation of garlic's cultivation type in performance test. (Variety of garlic : Daeseo).

Ridge width (cm)	Row spacing (cm)	Hill spacing (cm)	Number of row (row)
100	20.8	11.6	8

Garlic height (mm)	Garlic diameter (mm)	Water content (% w.b.)
33.8±3.5	60.1±4.2	71.5

3.4 마늘 수집기 포장성능시험 결과

Table 5는 주행 및 수집 속도에 따른 손실률(loss ratio), 이물질 혼입률(foreign matter mixing ratio), 손상률(damage ratio)을 나타낸 것이다. 시험 결과 주행속도 0.3 m/s, 수집 속도 70 rpm일 때 수집성능은 손실률 5.98 %로 가장 양호하였다. Fig. 7와 같이 저속 주행 시 수집 속도가 빠를수록 손실률이 감소하는 경향이 나타났으나, 주행속도가 빨라질수록 수집 속도에 따른 손실률이 감소했다가 증가하는 폭이 커지는 것으로 나타

났다. 이는 작업속도가 증가함에 따라 시간당 수집량이 증가하면서 병목현상 등으로 인해 손실이 증가하는 것으로 판단되었다.

포장성능시험에서 수집된 마늘과 흙, 줄기 등의 무게를 조사하여 이물질 혼입률을 분석하였으며, Fig. 8과 같이 모든 작업 조건에서 2 % 미만으로 한국농업기술진흥원의 농업기계 검정기준 중 땅속작물수확기 성능 기준인 흙·이물질 혼입률 5 % 이내를 만족하는 것으로 나타났다[8]. 이는 기존 수확·수집 동시 작업형 수확기에서 10 % 이상으로 나타난 이물질 혼입률의 문제점을 개선할 수 있을 것으로 판단된다[5].

수집된 마늘은 요인별로 찍힘(stab)을 조사하였으며, 30개씩 무작위로 선별하여 마늘의 껍질을 제거하여 멍(bruise)을 분석하였다. 손상률 분석 결과 Fig. 9, 10과 같이 수집 속도가 70 rpm으로 증가할 때 찍힘은 감소하는 경향이 나타났으나 멍은 증가하였으며, 수집 속도가 80 rpm으로 증가할 때 주행속도 0.2, 0.4 m/s의 경우 멍은 동일하게 나타났지만 찍힘은 증가하였다. 따라서 찍힘으로 인한 손상률이 상대적으로 적은 70 rpm일 때 손상률이 가장 양호한 것으로 분석하였다.

Duncan 다중검정 결과 신뢰수준 95 %에서 손실률과 이물질 혼입률은 주행속도 및 수집 속도 간의 유의성이 나타나지 않았으며, 멍과 찍힘 손상률은 주행속도 및 수집 속도 간 유의성이 나타났다.

Table 5. Results of performance evaluation of garlic collector according to travel and collection speed

Travel speed (m/s)	Collection speed (rpm)	Loss ratio (%)	foreign matter mixing ratio (%)	Damage ratio (%)	
				Stab	Bruise
0.2	60	32.10 ^a	0.53 ^b	0.52 ^a	0.00 ^a
	70	10.01 ^c	0.79 ^b	0.00 ^a	1.11 ^a
	80	8.05 ^c	0.76 ^b	0.49 ^a	1.11 ^a
0.3	60	8.81 ^c	0.98 ^b	1.99 ^a	0.00 ^a
	70	5.98 ^c	0.6 ^b	1.53 ^a	2.22 ^a
	80	6.68 ^c	0.63 ^b	0.78 ^a	0.00 ^a
0.4	60	23.75 ^{ab}	0.92 ^b	1.60 ^a	0.00 ^a
	70	12.24 ^c	1.71 ^a	0.00 ^a	1.11 ^a
	80	25.87 ^a	0.51 ^b	0.80 ^a	1.11 ^a
Pr>F		0.0007	0.0371	0.5688	0.7946

*Duncan's multi range test, Mean in a row with different letters are significantly different(p<0.05).

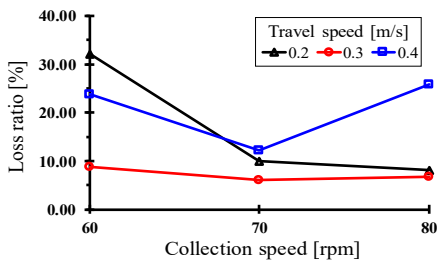


Fig. 7. Loss ratio according to travel speed and collection speed

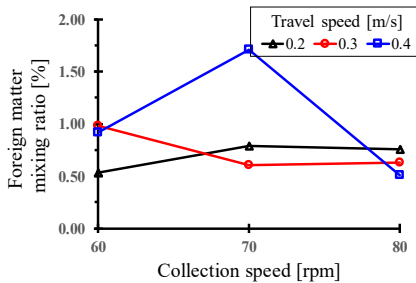


Fig. 8. Foreign matter mixing ratio according to travel speed and collection speed

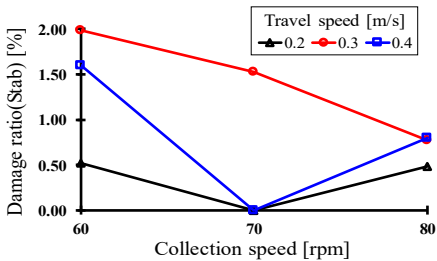


Fig. 9. Damage ratio(stab) according to travel speed and collection speed

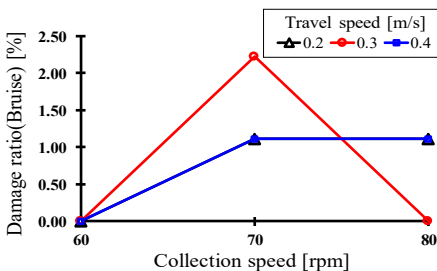


Fig. 10. Damage ratio(bruise) according to travel speed and collection speed

주행속도 및 수집 속도별 포장성능 분석 결과 손실률의 경우 모든 작업 조건에서 한국농업기계진흥원의 농업

기계 검정기준 중 땅속작물수확기 성능 기준인 손실률 5% 이내를 만족하지 못하므로 수집률 성능 향상을 위한 수집부 및 이송·선별부의 롤러 간격, 재질 등의 보완·제작이 필요하며, 추가적인 성능시험이 필요한 것으로 판단하였다[8].

4. 결론

본 연구에서는 마늘 수확 작업에 필요한 노동력을 줄일 수 있는 승용 자주식 마늘 수집기를 설계하여 주요 작업부 요인시험 및 포장성능시험을 수행하였다. 손실률, 손상률, 이물질 혼입률 등을 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 마늘 수집 후 별도의 건조 작업이 필요하고 선별이 제대로 이루어지지 않는 문제점을 개선하여 수확 후 노지에서 건조된 마늘을 연속적으로 수집 및 선별, 수납할 수 있는 승용 자주식 마늘 수집기를 설계하고 개발하였다.
- 2) 마늘 수집기 주요 작업부인 수집부와 이송부의 요인시험 결과를 분석한 결과 낙하율은 수집 속도 35 rpm에서 8.89%, 손실률은 수집 각도 14°에서 5.56%로 가장 양호하게 나타났다.
- 3) 포장성능평가 결과 주행 속도별 수집 속도 70 rpm 일 때 수집률 및 손상률이 비교적 적은 비율로 나타났으며, 모든 작업 조건에서 이물질 혼입률이 2% 미만으로 농업기계 검정기준을 만족하는 것으로 나타났다. 이물질 혼입률이 10% 이상으로 나타났던 기존 땅속작물수확기의 문제점을 개선할 수 있을 것으로 판단하였다.
- 4) 따라서, 승용 자주식 마늘 수집기 개발을 통해 발작물 기계화율을 높여 농촌 인력 부족 현상 해소 및 노동력 절감 효과로 농가 소득 증대에 기여할 것으로 판단된다.

References

[1] Korean Statistical Information Service. Vegetable production. 2019. <http://www.kosis.kr>

[2] K. B. Kim, M. H. Lee, D. C. Kim, Y. J. Cho, "Finite Element Analysis Approach for the Stress of Digging Part of Garlic Harvesters", *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol.19,

No.11, pp.78-86, Nov. 2020.

DOI: <https://doi.org/10.14775/ksmpe.2020.19.11.078>

- [3] Agriculture, Forestry and Fisheries Export & Import Statistics. Korea Agro-Fisheries&Food Trade Corporation. 2021. <http://www.at.or.kr>
- [4] S. J. Cho, Comparison of Garlic Production Cost and Management System in Korea and China, Agricultural Management Information, Rural Development Administration, Korea, pp.1-4.
- [5] I. S. Choi, Development of Mechanization Technology System for Whole Process in Onion and Garlic Production, Research Report, Rural Development Administration, Korea, pp.32-34.
- [6] K. B. Kim, S. Y. Shin, Y. J. Cho, Y. K. Kim, I. S. Choi, D. C. Kim, "Factorial Experiment of the Transfer Parts for Garlic Harvester According to the Slope Angle", *Proceedings of the Korean Society for Agricultural Machinery Conference*, Korean Society for Agricultural Machinery, Korea, Vol.27, No.1, pp.18. Apr. 2020.
- [7] S. H. Lee, Development of Gathering Type Potato Harvester, Research Report, Rural Development Administration, Korea, pp.26.
- [8] Korea Agriculture Technology Promotion Agency. Agriculture Machinery Qualification Standards. 2021. <https://www.kaat.or.kr>
- [9] S. R. Choi, N. R. Kang, Y. H. Kim, J. K. Woo, S. H. Yu, H. J. Jun, D. K. Choi, Y. Choi, I. S. Choi, "The Field Adaptability Study of Gathering Type Garlic Harvester for Hapcheon Region", *Proceedings of the Korean Society for Agricultural Machinery Conference*, Korean Society for Agricultural Machinery, Korea, Vol.26, No.2, pp.197. Oct. 2021.
- [10] K. M. Noh, Y. C. Chang, J. G. Park, "A Fundamental Study for Developing a Garlic Harvester(I)", *Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery*, Vol.24, No.1, pp.1-8, Feb. 1999.

이 예 슬(Ye-Seul Lee)

[정회원]



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

<관심분야>

농업기계, 정밀농업

강 나 래(Na-Rae Kang)

[정회원]



- 2018년 2월 : 충남대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2017년 11월 ~ 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]



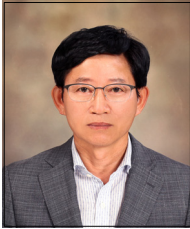
- 2010년 2월 : 전남대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2017년 2월 : 전남대학교 대학원 농업기계공학과 (공학박사)
- 2016년 7월 ~ 현재 : 국립농업과학원 농업연구사

<관심분야>

농업기계, 정밀농업

남 영 조(Young-Jo Nam)

[정회원]



- 2000년 2월 ~ 현재 : (주)블스 대표 이사

<관심분야>
농업기계

박 형 규(Hyung-Gyu Park)

[정회원]



- 2022년 8월 : 경북대학교 대학원 생물산업기계공학과 (공학석사)
- 2022년 9월 ~ 현재 : 경북대학교 생물산업기계공학 박사과정

<관심분야>
농업기계, 정밀기계, 농산가공, 수확 후 처리

권 승 귀(Seung-Gwi Kwon)

[정회원]



- 2010년 8월 : 전북대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2020년 8월 ~ 현재 : (주)블스 연구 소장

<관심분야>
농업기계

하 유 신(Yu-Shin Ha)

[정회원]



- 2001년 2월 : 경북대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2007년 2월 : 경북대학교 대학원 생물산업기계공학과 (공학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 경북대학교 교수

<관심분야>
농업기계, 정밀기계, 농산가공, 수확 후 처리