

## 양계장용 로터리 관리기 개발에 관한 연구

사민우\*, 이창희\*\*, 최승혁\*\*, 김찬운\*\*\*, 조현길\*\*\*\*, 김종영\*\*.#

\*SJ TOOLS, \*\*안동대학교 기계공학과, \*\*\* (주) 알파닉스, \*\*\*\* (주) 샘스

## Development of Rotary Cultivator for Poultry Farm

Min-Woo Sa\*, Chang-Hee Lee\*\*, Seung-Hyeok Choi\*\*, Chan Won Kim\*\*\*, Hyun Gil Cho\*\*\*\*,  
Jong Young Kim\*\*.#

\*Research Institute, SJ TOOLS, \*\*Department of Mechanical Engineering, Andong National Univ., \*\*\*Alphanics Co., Ltd., \*\*\*\*SAMS Co., Ltd.,

(Received 20 February 2018; received in revised form 2 March 2018; accepted 4 March 2018)

### ABSTRACT

Recently, environment-friendly cultivation technology is popular. A cultivator is useful for turning over the stall bedding in a poultry farm. In this study, a rotary-based cultivator with a rechargeable battery was developed for eco-friendly management of broiler chickens. From the results of the test run, the clustered stall bedding was approximately divided into up and down layers. Through experimental evaluation, the working width was more than 60 cm, and the noise was less than 80 dB. The output of the motor was 400 W, and the speed of rotation was 3000 rpm. Electric battery type cultivators are expected to be widely used in the livestock industry.

**Key Words** : Poultry Farm(양계장), Cultivator(관리기), Rotary(로터리), Eco-friendly Management(환경관리)

### 1. 서 론

육계 및 산란계 농장에서는 축사 한 개동에 10,000수(마리)의 병아리를 30일 동안 사육함으로써 단기간에 최적의 사육 환경을 조성해야지만 생산성을 높일 수 있다<sup>[1]</sup>. 그래서 양계장의 깔짚은 바닥의 오염과 열 발산을 방지하고 계분과 음수 및 호흡시에 발생하는 수분을 흡수하여 건조하게 유지하고 정화시키는데 필요하다. 또한, 배꼽담과 흉부수종(가슴을 바닥에 밀착시켜 발생한 염증)을 예방하는 역할을 하는데 무엇보다 닭이 성장하고 활동하는 생활공간의 보금자리로서의 역할을 담당한다<sup>[2]</sup>. 깔

짚의 재료로는 수분흡수력과 통기성이 좋아 빨리 건조되는 것이어야 하며, 오염되지 않고 폭신하여 병아리가 안정감을 가질 수 있어야 한다. 양계장에 깔아두는 깔짚의 두께는 5~8 cm로 평평하게 깔아 주며 더욱 우량한 도계품질을 얻기 위해서는 10 cm 두께도 무방하다. 즉, 깔짚의 사용은 닭의 건강과 폐사율에 밀접한 관계가 있으며, 현재 습해진 깔짚을 갈아 얹어주기 위해 수차례 사람의 인력으로 수작업을 하고 있다<sup>[3]</sup>. 주요 작업자가 여성 및 노약자가 많은 점과 작업 면적이 990 m<sup>2</sup>에 해당하는 사육장이 3동 이상 보유하고 있는 국내 실정을 감안한다면 수시로 사용가능하고 저소음 및 넓은 면적을 쉽고 빠르게 작업할 수 있는 로터리 관리기가 필요하다<sup>[3,4]</sup>. 현재 양계장용 전용 관리기는 국내

# Corresponding Author : jykim@anu.ac.kr

Tel: +82-54-820-5669, Fax: +82-54-820-6129

/외에 없으며, 대부분 가정용 텃밭 사용을 위한 소형 관리기가 출시되고 있을 뿐이다. 따라서 양계장용 친환경 로터리 관리기를 개발하여 농업인의 영농편의 및 농촌 일손부족 해소를 위한 관리기 개발이 요구된다<sup>6)</sup>.

본 연구에서는 양계장 친환경용 로터리 관리기를 개발하여 기존에 수작업으로 하던 작업을 대체하는 효과를 통해 노동력을 감소시키고자 한다. 그리고 습한 깔짚은 오랜 시간 동안 사용할 수 없기 때문에 깔짚 재사용으로 인한 경제적인 효과를 얻을 수 있으며, 배터리 충전식 동력원을 이용함으로써 저소음으로 인한 육계 성장 시 스트레스에 의한 피해를 감소시킬 수 있는 관리기를 개발하고자 한다.

## 2. 관리기 기구/제어부 설계

### 2.1 전동차부

전동차부는 관리기에서 전반적인 구동을 담당하는 부분이다. 기본적인 구성요소는 전동차 핸들, 의자, 배터리, 그리고 모터로 구성되어 있다. 모터와 배터리의 사양은 Table 1, 2 에서 나타내고 있다. 충전식 배터리를 동력으로 사용하였고, 모터에 연결시켜 핸들에 연결된 컨트롤러를 통해 구동 및 속도를 제어할 수 있도록 제작하였다.

배터리 뒤편에 보면 전원을 연결할 수 있는 부분이 2부분으로 나뉜다. 하나는 전동차를 구동시키는 데에 쓰이며, 다른 하나는 로터리부, 소독액 방사부에 쓰일 전원을 공급한다. Fig. 1 우측 하단

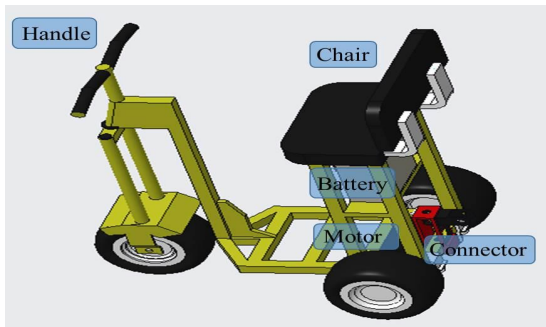


Fig. 1 3D modeling of auto car unit

에 커넥터 부분이 있다. 커넥터 부분을 통해 로터리부, 수레부를 탈부착 할 수 있도록 설계 및 제작하였다.

### 2.2 로터리부

로터리는 관리기에서 가장 중요한 핵심 부분으로써 깔짚을 뒤집어주는 역할을 한다<sup>7)</sup>. 그래서 육계 농장에 적합한 작업의 폭을 고려하였고, 60 cm 이상의 작업 폭을 갖도록 설계 및 제작하였다. Fig. 2

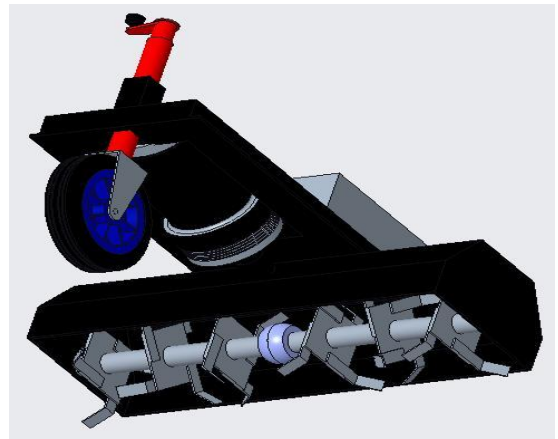


Fig. 2 3D modeling of rotary unit

Table 1 Motor spec

	Motor
Output	400 W
Rated voltage	24 V
Velocity	3000 RPM
Torque	2.4/24 N·m/kgf·cm
Rated current	36 A
Weight	5 kg

Table 2 Battery spec

	Battery
Rated capacity	41.6 Ah
Rated current/voltage	30A-24 V
Charge voltage	29 V
Final - discharge voltage	21 V
Weight	4.5 kg

에서 보면, 바퀴 부분에 높이조절 레버를 통해 로터리부의 전반적인 높낮이를 조절할 수 있도록 제작하였다. 따라서 로터리부가 깔짚 속 20cm까지 여유있게 뒤집을 수 있다. 또한 깔짚의 분산이 작업 후에서 이루어 질 수 있도록 로터리부 전체에 덮개를 씌웠다. 배터리의 사양은 전동차부의 사양과 동일하며, Table 2 에서 나타내고 있다. 전동차부에 연결하여 쓸 때는 전동차부의 배터리에 전원 코드를 연결하여 사용한다. 또한 로터리부에도 따로 배터리를 부착하여 전동차에 연결하지 않고 따로 로터리부만 사용할 수 있도록 설계하였다. 로터리 날 사이 간격은 10cm이고, 45°각도로 서로 엇갈리게 연결하여 날끼리 서로 부딪히지 않게 회전할 수 있도록 제작하였다.

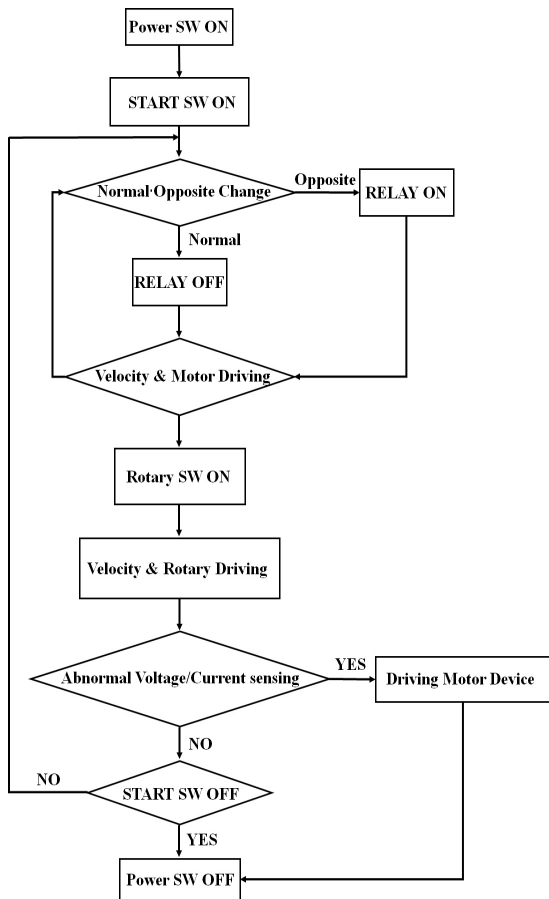


Fig. 3 Rotary cultivator drive and control algorithm

### 2.3 구동 및 제어부

로터리를 회전시켜줄 수 있는 DC 24V 모터(Jin hua Ruipu Machinery Manufacturing Co.,ltd, China) 를 사용하였다. 모터와 로터리는 웜기어로 연결되어 구동된다<sup>9)</sup>. 모터에 대한 사양은 Table 1 에서 나타내고 있다. 모터와 웜기어 사이의 기어비는 30:1로 로터리의 실제 회전수는 100RPM이 된다. 그리고 전기배터리 모듈은 자체 개발되어 관리기에 맞게 제작되었다.

Fig. 3은 전체 관리기의 시동 및 구동에 대한 제어 알고리즘을 보여주고 있다. 전원을 통해 스위치가 켜지고, 구동부 정/역 변환이 가능하며, 모터 구동을 제어할 수 있다. 그리고 로터리의 속도 제어를 통해 동작이 가능하다.

### 2.4 핸들부

핸들은 접이식으로 보관이 용이하며, 탈부착이 가능하도록 제작되었다. 로터리 단일로 사용할 시에는 핸들을 부착한 상태로 관리기 역할을 한다. 그리고 지면의 수평을 기준으로 각도 조절(0~90°)을 통해 운전자 맞춤형으로 사용이 가능하다. Fig. 4에서 보여지듯이 핸들 자체에 손잡이 부분

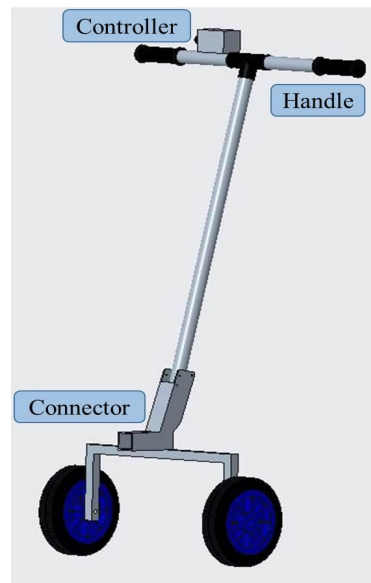


Fig. 4 3D modeling of handle unit

에 로터리 제어를 만들어 로터리의 on/off, 로터리의 회전속도를 조절할 수 있다. 로터리는 0~100RPM까지 제어가 가능하다. 또한 탈착할 경우에는 전동차부와 연결하여 전동차를 운전하면서 로터리부를 견인하여 그 역할을 하게 된다.

## 2.5 수레부

수레부는 좌측 커넥터 부분에 전동차부와 연결하여 사용된다. 주로 양계장농민들이 수레에 짐을 실을 수 있을 뿐만 아니라. 하단에 쟁기, 끌개, 소독액방사 노즐부 등 다양한 부품들을 연결하여 다방면으로 사용할 수 있도록 제작하였다<sup>[8]</sup>. Fig. 5

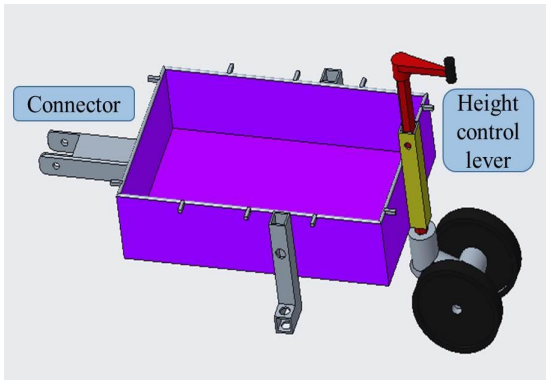


Fig. 5 3D modeling of tray unit

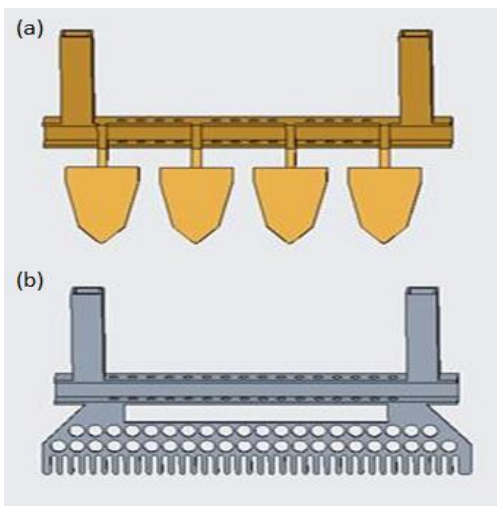


Fig. 6 3D modeling:(a)plow, (b)dragger

의 우측에 보면 높이조절기가 있다. 이 부분을 통해 전반적인 수레부의 높낮이를 상하 20 cm까지 자유롭게 조절이 가능하도록 하였다. 그 아래 뒷바퀴는 주물로 직접 제작하여 만들었다. 그 이유는 갈짚의 특성상 가볍기 때문에 가벼운 재료로 바퀴를 사용할 시, 울퉁불퉁한 갈짚면을 따라 이동하면 일정한 깊이를 유지하며 쟁기 및 끌개를 이용한 작업을 하는데 있어 비효율적이게 된다<sup>[6]</sup>. 따라서 뒷바퀴를 주물로 만들어 어느 정도 무게감 있게 만듦으로써 쟁기, 끌개로서의 그 역할을 보다 잘 수행할 수 있도록 제작하였다.

## 2.6 쟁기 및 끌개부

Fig. 6에서 쟁기 및 끌개는 수레에 탈부착 할 수 있도록 제작되었다. 로터리로 갈짚을 뒤집은 다음 수레하단부에 쟁기를 부착하여 땅을 한 번 더 갈아주는 작업을 한다. 그 후 쟁기를 빼고 끌개를 부착하여 갈짚 및 땅의 평탄화 작업을 하게 된다. Fig. 6(a)를 보면 쟁기와 쟁기사이를 충분히 띄어놓았으며 전체적인 폭은 작업폭을 고려하여 60cm를 넘지 않도록 제작하였다. Fig. 6(b)는 끌개를 나타낸다. 끌개부에 충분한 구멍을 내었다. 필요이상으로 갈린 갈짚은 그 구멍을 통하여 통과할 수 있도록 설계하여 제작하였다.



Fig. 7 Recharge of lithium-ion spray

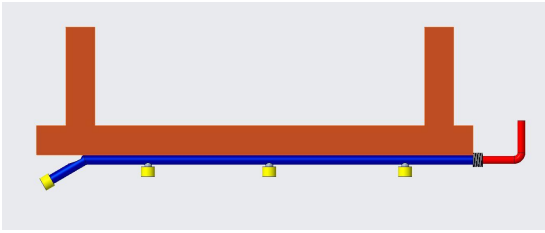


Fig. 8 3D modeling of spray nozzle unit

### 2.7 소독액방사부

소독액방사부는 시중에 판매되고 있는 충전식 리튬이온분무기(SHINIL, Korea)를 사용하였다. Fig. 7에서 상단에 보면 소독액을 넣는 뚜껑이 있다. 이곳을 통해서 사전에 분무기에 충분한 갈짚용 소독액을 넣어준다. 그리고 분무기 전원을 전동차부에 있는 배터리에 연결하고 수레부에 싣는다. 그 후 전원을 켜주고 소독액이 나오는 호스를 Fig. 8의 우측 하단에 보이는 빨간색 노즐 연결부와 연결한다. 실제 소독액이 방사되는 노즐은 4개로 하여 작업 폭에 맞게 뒤집어진 갈짚 표면에 골고루 뿌려지도록 제작되었다. 연결된 노즐은 갈짚 위로 분사가 되며 갈짚을 소독시켜 준다.



Fig. 9 Actual multi rotary cultivator



Fig. 10 Actual pedestrian rotary cultivator

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 관리기 시제품 개발

친환경 로터리 관리기의 개발 목적은 농업인의 영농편의 및 일손 부족 해소, 또한 갈짚의 재사용을 통한 경제적 효과를 얻을 수 있으며 저소음으로 인한 육계성장을 돕는데 그 의의가 있다. 기존의 관리기 제품들은 관리기에 로터리부, 쟁기부, 끌개부, 소독액 분사부가 통합형으로 이루어져 있었다. 하지만, 실제 농업인의 연령을 고려해 볼 때, 노동력 감소에 큰 영향을 끼치지 못했다. 따라서 최대한 가볍고 필요한 부분만 만들 필요가 있었다. 육계 농장 특성상 라인별 울타리가 있다. Fig. 9는 규모가 큰 육계농장인 경우 사람이 직접 관리기를 옮겨서 사용할 필요 없이 전동차운행을 통해 편하게 육계농장의 갈짚을 관리 할 수 있는 전동차형 관리기의 사진이다. 또한, 규모가 다소 작은 육계농장의 경우에는 라인별 간격이 좁아서 전동차 운행에는 무리가 있다. 따라서 최소한의 필요한 로터리부만 따로 핸들을 탈부착 하여 보행할 수 있도록 만듦으로서 남녀노소 누구든지 관리기를 들고 다닐 수 있도록 하여 그 편리함을 더욱 높이고자 하였다 (Fig. 10).

### 3.2 관리기의 성능 평가

Fig. 11은 경북 상주시 공성면에 있는 장동농장에서 현장시험을 하고 있는 모습이다. 생후 12일 경인 육계의 오물 깔짚을 환경조건으로 하여 주행성, 동력성능, 작업성, 통합형 및 보행형 관리기의 뒤집기 및 분쇄 능력을 시험해 보았다. 오물 깔짚 상태에서 통합형 관리기의 전, 후진 주행과 조정성에 아무런 문제가 없음을 확인하였고 전동로터리 또한 정, 역 회전에 충분한 힘을 바탕으로 깔짚의 뒤집기 및 분쇄 능력이 탁월함을 확인하였다. 특히 기존의 관리기의 경우 휘발유를 사용하였기 때문에 소음 및 매연이 많이 발생하여 육계가 성장하는데 있어 안 좋은 영향을 미쳤다. 하지만 친환경 전동관리기를 사용함으로써 소음도 최소화 하고, 매연도 발생하지 않기 때문에 보다 육계 성장에 악영향을 덜 미친다.

소음 평가방법은 반무향실에서 친환경 전기로터리 관리기가 최대속도로 구동 시 관리기의 후면 1m 지점, 측면 0.4m 지점에서 발생하는 소음을 주파수분석기와 마이크론을 이용하여 측정하였다. 평가장비로는 주파수분석기(LMS), 마이크론(GRAS-46AE), 소음 반무향실(압소음-14dBA)을 사용하였다.



Fig. 11 Rotary performance evaluation in field

Table 3 Evaluation equipment spec

Frequency Analyzer	LMS(Test Lab)
Microphone	GRAS(46AE)
Hemi-anechoic room	Background noise(14dBA)

Table 4 Rotary cultivator test condition

	Parameter
dB Reference	2e-05
Constant Time	0.125s
Mode	LAF
Test Time	30s

Fig. 12는 실제 대구기계부품연구원에서 시행한 친환경 전동관리기의 소음측정 결과 그래프이다. 육계들이 성장하는데 있어서 소음이 80~100dB이상이 되면 스트레스를 받으며 더 나아가 폐사에

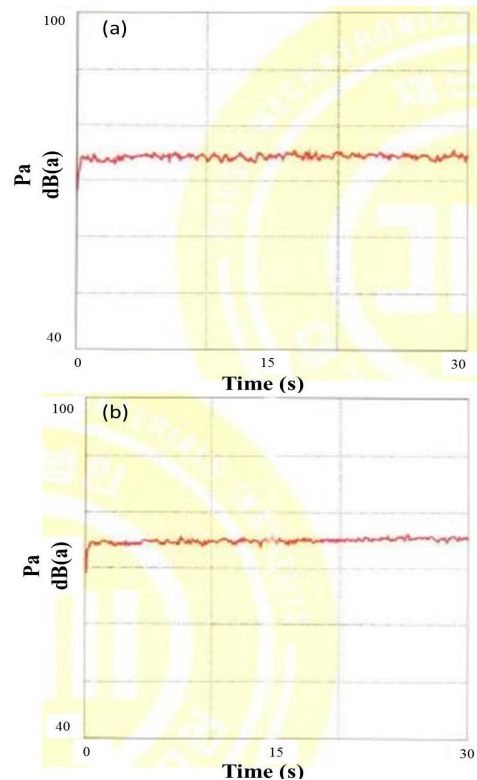


Fig. 12 Rotary noise measurement result graph: (a)Rotary back side, (b)Rotary side

이르게 된다. Fig. 12(a), (b)는 친환경 로터리 관리기의 후면, 측면에서 최대속도로 구동 시 발생하는 소음을 측정된 결과이며, 후면에서는 최대 75.5 dB, 측면에서는 최대 76.1 dB의 소음이 발생하였다. 이는 육계가 성장하는데 있어 큰 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

로터리 1회 가동 시 직경 5 cm 정도의 덩어리 형태로 분쇄하였으며 2회 가동 시 왕겨와 같은 작은 크기로 분쇄되어 사용하는데 아무런 지장이 없으며 깔짚 뒤집기, 분쇄 능력이 충분하다고 판단되었다. 또한 로터리의 평균 전류량은 평평한 구간에서는 대략 5A, 굴곡구간이나 로터리 날이 바닥에 닿는 부분은 최대 16.5A가 된다. 배터리 용량이 41.6Ah임을 보았을 때 친환경 전동로터리의 실제 가동시간은 1회 충전 시 4~8시간 정도 작업수행이 가능하다. 경북 상주시 공성면에 있는 장동농장을 기준으로 농장 1동은 가로 12m, 세로 83m, 울타리사이 간격은 80~90cm이다. 세로 83m 왕복 작업 시 2분정도가 소요되며, 가로 12m 면적에는 대략 8회 정도가 구동된다고 가정하면, 농장 1동당 작업시간은 기타작업시간을 포함하여도 대략 30분 이내로 작업을 완료할 수 있음을 알 수 있다<sup>[10]</sup>. 기존에는 육계농장의 깔짚관리를 수작업으로 진행하여 많은 시간과 노동력이 필요했었지만, 친환경 전동로터리를 통해 이러한 불편함을 개선시켰다. 라인별 간격에 따라 전동차를 이용한 견인형 관리기 또는 보행형 관리기를 적용함으로써 규모에 상관없이 모든 육계농장에서 사용할 수 있도록 하였다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 양계장 친환경용 로터리 관리기를 성공적으로 개발하였다. 친환경 전동 로터리 관리기의 개발로 깔짚 분쇄 능력을 향상시켜 깔짚의 재사용에 용이하며 노동력 감소로 농가들의 경제적 이익을 취할 수 있게 되었다. 또한 농장의 규모를 고려하여 전동차를 이용한 견인형으로 작업을 수행할 수 있으며, 핸들부의 개발로 단일 전동 로터리만을 부착하여 사용할 수 있어 다양한 규모의 농장에 사용할 수 있다. 또한 쟁기, 끌개,

소독액부를 따로 개발함으로써 농가 환경에 따라 복합적인 기능을 수행할 수 있도록 하였다.

#### 후 기

“이 논문은 중소기업청에서 지원하는 2017년도 안동대학교 산학협력력 기술개발사업(C04434730100457770) 연구비지원에 의하여 연구되었음.”

#### REFERENCES

- Ahlers, C., Alders, R. G., Bagnol, B., Cambaza, A. B., Harun, M., Mgomzulu, R., Msami, H., Pym, B., Wegener, P., Wethli, E., and Young, M., Improving village chicken production: a manual for field workers and trainers, ACIAR, pp. 5-154, 2009.
- Barnett, J. L. and Glatz, P. C., Developing and implementing a welfare audit in the Australian chicken meat industry, CABI, pp. 231-240, 2004.
- Glatz, P. and Pym, R., Poultry Development Review, Food and Agriculture Organization of The United Nations., pp. 2-120, 2013.
- Riber, A. B., Weerd, H. A. van de, Jong, I. C. de and Steinfeldt, S., “Review of environmental enrichment for broiler chickens”, Poultry Science Association, Vol. 97, No. 2, pp. 378-396, 2017.
- Kim, W. M., “Studies on the multi-biofunctional microorganism for the eco-friendly and non-antibiotic chicken production,” A Thesis for a Master degree, Paichai University, Republic of Korea, 2015.
- Kwon, T. H., Kim, J. Y., Lee, C. G., Kang, T. G., Lee, B. M. and Rhee, J. Y., “A study on rotary weeding blade installation angle for reduction of hand vibration in working type cultivator”, Journal of Biosystems Engineering, Vol. 39, No. 1, pp. 11-20, 2014.
- Kwon, T. H., Ashtiani-Araghi, A., Lee, C., Kang, T. G., Lee, B. M., & Rhee, J. Y., “Evaluation of a crank-type walking cultivator for upland

- farming”, *Journal of Biosystems Engineering*, Vol. 39, No. 1, pp. 1-10, 2014.
8. Kwon, O. J., Kim, H. C., Kim, T. W., Kim, T. H., Jeong, J. H., Hawang, S. Y., Lee, J. G., Ban, G. H. and Ha, Y. S., “Design of cultivator attached lifter with combined carrier”, *J. Korea Soc. Agricultural Machinery*, Vol. 21, No. 2, pp. 74, 2016.
  9. Kim, T. H., Jang, J. H., Lee, D. G., Kim, L. S. and Lyu, S. K., “Study on Optimal Design and Analysis of Worm Gear Reducer for High Place Operation Car”, *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 14, No. 6, pp. 98-103, 2015.
  10. Kim, S. H. and Kim, H. J., “Development of High Speed mid-Mower for Tractor (II)”, *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 15, No. 5, pp. 80-85, 2016.