

인삼 파종기의 홈롤러식 배종장치 개발

이상희, 강연구*, 신소영, 장성혁, 김태형, 최승렬
농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부

Development of the Holed-Roller Type Metering Device of Ginseng Seeder

Sang-Hee Lee, Youn-Koo Kang*, So-Young Shin,
Sung-Hyuk Jang, Tae-Hyeong Kim, Seung-Ryul Choi
Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, RDA

요약 인삼의 국내 재배면적은 2016년 14,700 ha에 달하는 주요 발작물 중 하나이다. 하지만, 노동력 부족, 생산비 증가, 우량재배지 고갈 등의 문제로 이를 해결하기 위한 직파재배 면적이 증가 추세이다. 본 연구에서는 인삼 파종기 개발을 위해 인삼 종자를 1립 씩 정밀 파종하기 위한 홈롤러식 배종장치를 설계하고, 설계요인에 따른 배종성능을 분석하였다. 배종롤러의 설계요인으로는 인삼 종자의 크기에 맞게 홈롤러의 홈 직경 6 mm, 7 mm, 8 mm 및 홈 깊이 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm로 배종롤러를 제작하였다. 홈 직경 및 깊이에 따른 배종성능을 분석한 결과 홈 직경 7 mm, 깊이 5 mm에서 1립 배종률은 77 %, 2립 이상 배종률은 0 %, 결주율은 23 %로 1립 배종성능이 가장 높았으나, 종자가 파손되어 결주율이 높아 이에 대한 개선이 필요한 것으로 분석되었다. 종자 파손으로 인한 결주율을 줄이고자 롤러 회전방향의 반대방향으로 홈에 사선으로 15°, 30°, 45°로 경사를 주었으며, 홈의 하단과 중간에서부터 경사를 준 2가지 형상으로 배종롤러를 제작하였다. 개선된 배종롤러의 배종성능을 분석한 결과 하단에서부터 30° 각도로 가공하였을 때 1립 배종률은 90.3 %, 2립 이상 배종률은 4.3 %, 결주율은 5.3 %로 배종성능이 가장 우수하게 나타나 경사를 주어 배종롤러를 가공한 경우 종자의 파손을 줄여 결주율을 줄일 수 있는 것으로 판단된다.

Abstract Ginseng is one of the major field crops in Korea with cultivation area of 14,700 ha in 2016. However, ginseng production is facing a problem of labor shortage and increased production cost. Therefore, the use of direct-seeding cultivation is increasing to solve these problems. In this study, a hole-roller-type seed-metering device was designed for precisely sowing one grain at a time, and the metering performance was analyzed according to design factors. As a result, when the hole diameter was 7 mm and the depth was 5 mm, the metering ratio was 77%, and the multiple metering ratio was 0%. However, improvement of the metering roller was required because of the missed-planting ratio caused by seed damage. To reduce the missed-planting ratio, the hole was given a slope of 15°, 30°, or 45°, and a metering roller was manufactured with two shapes, where the slope started from the bottom and middle of the hole. When the hole had an angle of 30° from the bottom, the metering performance was the best with a metering ratio of 90.3% and missed-planting ratio of 5.3%. Therefore, it is concluded that the missed-planting ratio can be reduced when the metering roller has a slope to reduce seed damage.

Keywords : Ginseng, Seeder, Holed-Roller, Metering Device, Performance

본 논문은 농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업의 연구과제(과제번호 : PJ014323012020)로 수행되었음.

*Corresponding Author : Youn-Koo Kang(RDA)

email: ykk0977@korea.kr

Received February 8, 2022

Accepted April 1, 2022

Revised March 17, 2022

Published April 30, 2022

1. 서론

우리나라가 원산지인 인삼은 그 가치를 세계적으로 인정받고 있는 작목이며[1], 한국, 중국, 캐나다, 미국 등 주요 4개국에서 전 세계 총 생산량의 95 %를 차지하고 있다[2]. 국내 인삼 재배는 노동력 부족, 생산비 증가, 우량재배지 고갈 등의 문제에 직면해 있어[3], 재배면적은 2010년 19,000 ha에서 2016년에는 14,700 ha 로 감소하였으며, 생산량 역시 2010년 26,944 ton에서 2016년 20,386 ton으로 감소하였다[4].

따라서, 지속가능한 인삼 재배를 위해 생육특성에 대한 조사가 지속적으로 이루어져 왔다[5-12]. 특히, 우량재배지 고갈문제는 논 직파재배로 해소가 가능하여 직파재배 기술에 관한 연구가 많이 이루어졌다[13-16]. 또한, 인삼 가격은 10년 전과 비교하여 차이가 없는 반면 생산비는 자재비 및 인건비 상승 등으로 매년 높아지고 있어 정식보다 생산비를 줄일 수 있는 직파 재배 면적이 증가 추세이다.

인삼은 한번 식재 후 4~6년간 재배하는 작물로서 적정 재식밀도 및 결주율이 생산성에 크게 영향을 미친다[17]. 한 파종기에 종자가 2립 이상 파종될 경우 인삼 뿌리 형성이 원활하지 않아 상품성이 떨어지며[18], 종자 가격이 높아 1립씩 정확하게 파종할 수 있는 정밀 직파기에 대한 요구가 높다.

흡롤러식 배종장치에 있어 흙의 크기, 형상 등은 배종률에 가장 큰 영향을 미치는 요소로 벼, 조, 수수 등 다양한 작물의 배종률러 흙의 설계에 관한 연구가 수행되었다[19-21].

Choi(2014) 등은 조, 수수용 흡롤러식 배종장치 설계에 대한 연구를 수행하였다. 조의 경우 흙의 형상은 타원형, 흙의 크기는 폭 4.5 mm, 길이 8.0 mm, 깊이 3.0 mm 일 때 배종성능이 가장 좋은 것으로 제시하였으며, 수수의 경우 흙의 형상은 타원형, 크기는 폭 2.0 mm, 길이 4.0 mm, 깊이 1.5 mm 일 때 배종성능이 가장 높다고 제시하였다[20].

Ryu(1997) 등은 점파용 흡롤러식 배종장치 개발을 위한 연구를 수행하였다. 기존의 반원형 롤러를 개선하여 직경 60mm, 흙 깊이 8mm의 크기로 흙 형 롤러를 제작하였으며, 실험 결과 기존의 롤러보다 파종 시 여러 곳으로 퍼지는 분산비가 60%이상 개선된 것으로 나타났다. 또한 개선된 롤러는 벼, 옥수수, 콩 등 점파를 하는 작물에 적합하다고 보고하였다[21].

하지만, 이러한 작물은 종자의 특성이 인삼과 다르며,

1~3립을 파종하는 소립종자로 1립을 정밀 파종해야 하는 인삼 종자에 적합한 배종률러 설계에 관한 연구는 미흡하다.

따라서, 본 연구에서는 인삼 종자를 1립 씩 정밀하게 파종하기 위한 흡롤러식 배종장치를 설계하고자 배종률러 흙의 크기 및 형상에 따른 배종성능을 분석하였다.

2. 배종장치 설계

2.1 인삼 종자 특성 조사

흡롤러식 배종장치의 흙 크기를 선정하고자 인삼 종자의 크기를 조사하였다. 종자의 크기는 장축직경, 단축직경 및 두께를 Fig. 1과 같이 조사하였다. 조사결과 인삼 종자의 평균 크기는 Table 1과 같이 장축직경 5.29 mm, 단축직경 4.37 mm, 두께 3.32 mm로 나타났다.

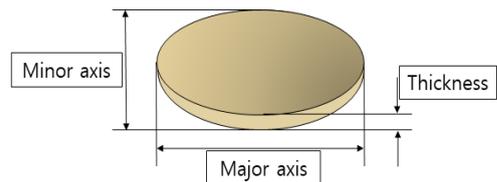


Fig. 1. Size dimensions of ginseng Seed.

Table 1. Dimension size of ginseng seed.

	Size(mm)		
	Major axis	Minor axis	Thickness
Ave.	5.29	4.37	3.32
S.D. (Standard Deviation)	±0.39	±0.37	±0.33

2.2 배종장치

인삼 직파기 배종장치는 파종기에서 가장 보편적으로 이용되는 흡롤러식 배종장치를 채택하였다. Fig. 2와 같이 흡롤러식 배종장치가 회전하게 되면 종자보관함에 담긴 인삼 종자가 배종률러의 흙으로 들어와 배종되는 구조이다. 흡롤러식 배종장치는 6개의 흙이 나있으며, Poly Lactic Acid 소재를 사용하여 직경 60 mm, 폭 20 mm로 3D프린터를 이용하여 제작하였다.

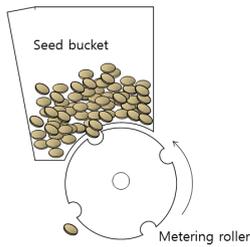


Fig. 2. Schematic diagram of holed-roller type metering device of ginseng seeder.

홈롤러식 배종장치의 1립 배종 성능을 향상하고자 요인시험을 위해 배종롤러의 형태 및 홈의 크기에 따라 배종롤러를 제작하였다. 배종롤러의 형태는 측면이 평평한 타입과 배종 시 종자가 끼어서 파손되는 것을 방지하고자 측면에 폭 6.8 mm, 깊이 1.2 mm의 둥근 홈이 있는 라운드 타입 2가지 형태로 Fig. 3과 같이 제작하였으며, 2가지 타입 모두 Fig. 4와 같이 홈의 직경을 6, 7, 8 mm, 깊이를 3, 4, 5, 6 mm로 Table 2와 같이 총 24개의 배종롤러를 제작하였다.



Fig. 3. Type of metering roller.
(a) Round type (b) Flat type

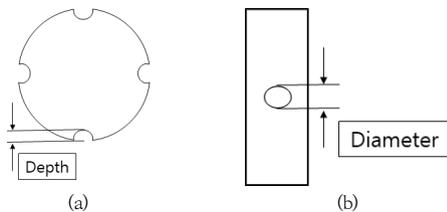


Fig. 4. Dimensions of hole of metering roller.
(a) Top view (b) Side view

Table 2. Design factors of hole of metering roller.

Type	Diameter(mm)	Depth(mm)
Flat	6, 7, 8	3, 4, 5, 6
Round	6, 7, 8	3, 4, 5, 6

2.3 시험방법

2.3.1 공시재료

배종 요인시험에 사용된 종자의 크기는 Table 3과 같이 장축직경, 단축직경, 두께가 각각 5.39 mm, 3.89 mm, 2.94 mm의 종자를 사용하였다. 인삼 종자는 파종 전 종자가 충분히 수분을 흡수하도록 하는 개갑 과정을 거친 후 파종하므로 시험에서는 개갑된 종자를 사용하였다.

Table 3. Dimension size of ginseng seed used in experiment.

	Size(mm)		
	Major axis	Minor axis	Thickness
Ave.	5.39	3.89	2.94

2.3.2 시험장치

배종시험을 위한 시험장치는 인삼 배종장치와 이를 구동하기 위한 AC 모터, 배종된 종자를 구분할 수 있도록 이송하는 벨트 컨베이어로 구성되어 제작하였다. 종자통에 담긴 인삼 종자는 AC 모터에 의해 구동되는 배종롤러에 의해 배종되어 벨트 컨베이어 위로 떨어지게 되면 벨트 컨베이어에 의해 이송되도록 Fig. 5와 같이 제작하였다. AC 모터(MNRV 030, MOTOVARIO, Italy)는 최대 허용 부하토크 1,550 Nm의 제품을 사용하였다.

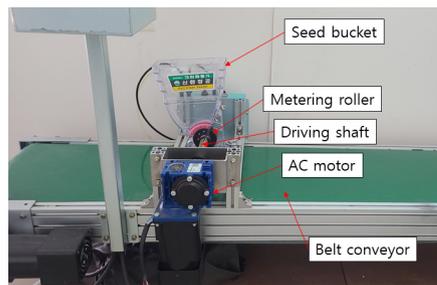


Fig. 5. Experiment device used in experiment.

2.3.3 조사방법

배종롤러의 회전수는 7~21 rpm에서는 종자의 배종 성능에 영향을 미치지 않는 것으로 나타나[22], 사람이 천천히 걷는 속도인 0.3 m/s로 시작기를 개발할 것을 고려하여 21 rpm으로 고정하여 실험하였다. 실험은 3반복으로 1반복 당 100회씩 배종되는 종자의 수를 조사하였다. 배종률은 총 배종횟수와 1립이 배종된 횟수, 2립 이상 배종된 횟수, 결주가 발생한 횟수의 비율로 각각 식 1과 같이 1립 배종률, 2립 이상 배종률, 결주율 3가지 경우로 나누어서 조사하였다. 조사 당시의 외기 온도는 평균 18 ℃, 습도 67 %였다.

$$Metering\ ratio(\%) = \frac{M_1, M_2, M_0}{M_{total}} \times 100 \quad (1)$$

Where, M_1 denotes number of times one seed metered, M_2 denotes number of times more than two seeds metered, M_0 denotes number of times seeds not metered and M_{total} denotes number of total metered times.

SAS 9.4(SAS Institute Inc., U.S.A)는 자료를 통계적으로 처리, 분석할 수 있도록 다양한 수단을 제공하는 통계처리 소프트웨어이다[23]. 본 실험의 데이터는 SAS 9.4를 이용하여 유의수준 5 %에서 최소유의차검정(LSD)을 실시하였다.

2.4 시험결과

2.4.1 평평한 타입 일 때 배종성능

배종롤러의 측면이 평평한 타입의 경우 흙의 직경은 1립 배종률, 2립 이상 배종률 및 결주율에 모두 영향을 미치는 것으로 나타났다($P<0.0001$). 흙의 깊이의 경우 2립 이상 배종률에는 영향을 미치나($P<0.0001$), 1립 배종률과 결주율에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다($P=0.0889$, $P=0.0728$).

Table 4. Results of Metering ratio according to diameter and depth of hole at flat type metering roller.

Factors		Metering ratio(%)		
diameter (mm)	depth (mm)	one	more than two	missing plant
6	3	34.3B ¹⁾ b ²⁾	0.0Cb	65.7Aa
	4	44.7Ba	0.0Cb	55.3Ab
	5	2.7Bab	0.0Cb	97.3Aab
	6	0.0Bab	0.0Ca	100.0Ab
7	3	40.7Ab	0.7Bb	58.7Ba
	4	53.0Aa	2.7Bb	44.3Bb
	5	77.0Aab	0.0Bb	23.0Bab
	6	69.3Aab	22.7Ba	8.0Bb
8	3	36.7Ab	5.3Ab	58.0Ba
	4	76.0Aa	3.3Ab	20.7Bb
	5	77.3Aab	13.0Ab	9.7Bab
	6	71.3Aab	27.0Aa	1.7Bb

¹⁾ Among 3 different diameters of hole, means with the same capital letters were not significantly different by the Least Significant Difference(LSD).

²⁾ Among 4 different depths of hole, means with the same small letters were not significantly different by the Least Significant Difference(LSD).

측면이 평평한 형태의 배종롤러의 흙직경 및 깊이에 따른 배종시험 결과는 Table 4와 같다. 흙의 직경이 6 mm인 경우는 종자가 끼어 파손되어 결주율이 55.3~100 %로 가장 높게 나타나 적합하지 않은 것으로 판단된다. 흙의 직경이 7 mm, 8 mm, 깊이가 5 mm, 6 mm 일 때 1립 배종률은 69.3~77.3%로 가장 높게 나타났다. 직경 7 mm, 깊이 5 mm인 경우 2립 이상 배종률이 0%로 가장 낮게 나타났으며, 직경과 깊이가 각각 8 mm, 6 mm인 경우 결주율이 1.7%로 가장 낮게 조사되었다.

2.4.2 라운드 타입 일 때 배종성능

배종롤러의 측면에 원형 흙이 나있는 라운드 타입 롤러의 경우 흙의 직경 및 깊이 모두 1립 배종률, 2립 이상 배종률 및 결주율에 영향을 미치는 것으로 분석되었다($P<0.0001$).

흙의 직경 및 깊이에 따른 배종성능은 Table 5와 같다. 흙의 직경이 6 mm인 경우 결주율은 66.3~100 %로 평평한 타입과 마찬가지로 흙의 직경이 작아 종자가 끼는 현상이 발생하여 결주가 발생하였다. 1립 배종률은 직경 7 mm 이상이며, 깊이가 5 mm 이상일 때 70 % 이상으로 분석되었다. 흙의 깊이가 6 mm인 경우 2립 이상 배종률이 직경이 7 mm, 8 mm 일 때 각각 16 %, 40 %로 높게 나타났다.

Table 5. Results of Metering ratio according to diameter and depth of hole at round type metering roller.

Factors		Metering ratio(%)		
diameter (mm)	depth (mm)	one	more than two	missing plant
6	3	17.7B ¹⁾ c ²⁾	0.0Cb	82.3Aa
	4	31.0Bb	0.0Cb	69.0Ab
	5	33.7Ba	0.0Cb	66.3Ab
	6	0.0Bb	0.0Ca	100.0Ab
7	3	23.3Ac	2.7Bb	74.0Ba
	4	58.0Ab	5.7Bb	36.3Bb
	5	72.7Aa	0.3Bb	27.0Bb
	6	78.0Ab	16.0Ba	6.0Bb
8	3	31.3Ac	7.7Ab	61.0Ba
	4	48.3Ab	2.0Ab	49.7Bb
	5	79.0Aa	7.7Ab	13.3Bb
	6	58.3Ab	40.0Aa	1.7Bb

¹⁾ Among 3 different diameters of hole, means with the same capital letters were not significantly different by the Least Significant Difference(LSD).

²⁾ Among 4 different depths of hole, means with the same small letters were not significantly different by the Least Significant Difference(LSD).

2.4.3 결론

홈의 직경이 6 mm, 홈의 깊이가 3~4 mm 인 경우 2가지 타입에서 모두 종자가 끼여 파손되어 홈의 직경은 7 mm 이상, 깊이는 5 mm 이상이 적합할 것으로 판단된다. 또한, 홈의 직경 8 mm, 깊이 6 mm일 경우 홈의 크기가 커 2립 이상 배종률이 높게 나타났으므로, 1립 배종률을 높이기 위한 적정 배종롤러 홈의 크기는 직경 7 mm, 깊이 5 mm가 적합한 것으로 판단된다. 하지만, 이의 경우 평평한 타입에서 결주율이 23 %, 라운드 타입에서 결주율이 27%로 높아 배종롤러 측면을 반원으로 가공한 라운드 타입은 결주를 줄이는 데 효과가 없는 것으로 분석되었다. 따라서, 결주를 줄이기 위해 다른 방식으로 홈롤러의 형상을 개선할 필요가 있을 것으로 판단된다.

3. 배종장치 보완 설계

3.1 배종장치 보완 설계

앞서 제시한 직경 7 mm, 깊이 5 mm의 홈롤러에서 결주율을 줄이고자 홈의 형상을 개선하였다. 홈의 측면이 직각으로 홈에 종자가 끼였을 경우 배출이 되지 않고 파손되는 문제를 개선하고자 롤러 회전방향의 반대편으로 Fig. 6과 같이 홈에 사선으로 15°, 30°, 45°로 경사를 주어 종자가 배출되도록 설계하였으며, 홈의 하단에서부터 사선으로 경사를 준 것과 중간에서부터 경사를 준 것 2가지 형태의 6개 배종롤러로 제작한 것을 Table 6에 나타내었다.

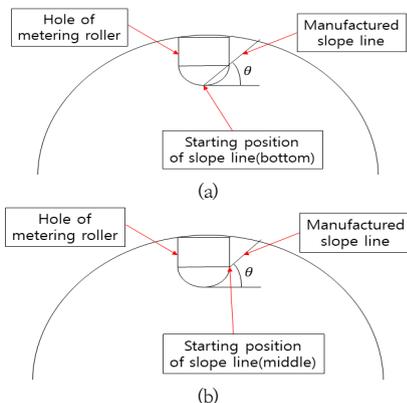


Fig. 6. Schematic diagram of hole of improved metering roller. (a) bottom type (b) middle type

Table 6. Design factors of hole of improved metering roller.

Diameter(mm)	Depth(mm)	Type	Angle(°)
7	5	bottom	15, 30, 45
		middle	15, 30, 45

3.2 시험방법

시험은 앞서 제시한 시험방법과 동일하게 3반복으로 1반복 당 100회씩 배종되는 종자의 수를 조사하였다. 배종률은 1립 배종률, 2립 이상 배종률, 결주 3가지 경우로 나누어서 조사하였다.

통계분석은 SAS 9.4(SAS Institute Inc., U.S.A)를 이용하여 유의수준 5 %에서 최소유의차검정(LSD)을 실시하였다.

3.3 시험결과

개선하여 제작한 배종롤러를 이용하여 배종성능시험을 실시한 결과는 Table 7과 같다. 분산분석 결과 홈의 바닥과 중간에서부터 사선으로 가공한 2가지 형태는 2립 이상 배종률에만 영향을 미치는 것으로 분석되었다 ($P=0.0045$). 하단에서부터 가공한 경우 2립 이상 배종률은 4.3~5.7 %로 중간부터 가공한 경우의 2립 이상 배종률인 4.3~9.3 %보다 낮게 나타나 하단부터 가공한 경우 2립 이상 배종률을 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 사선 가공 각도의 경우 1립 배종률, 2립 이상 배종률과 결주율에 모두 영향을 미치는 것으로 나타났다($P<.0001$). 가공 각도가 30°인 경우 2가지 타입에서 모두 1립 배종률이

Table 7. Results of Metering ratio according to type and angle of hole at improved metering roller.

Factors		Metering ratio(%)		
type	angle (°)	one	more than two	missing plant
bottom	15	60.7Ab	5.7Ba	33.7Aa
	30	90.3Aa	4.3Bb	5.3Ab
	45	68.0Ab	4.3Bb	28.3Aa
middle	15	77.7Ab	9.3Aa	13.0Aa
	30	85.3Aa	6.0Ab	8.7Ab
	45	68.0Ab	4.3Ab	27.7Aa

¹⁾ Among 2 different types of hole, means with the same capital letters were not significantly different by the Least Significant Difference(LSD).

²⁾ Among 3 different angles of hole, means with the same small letters were not significantly different by the Least Significant Difference(LSD).

각각 90.3 %, 85.3 %로 가장 높았으며, 결주율 또한 5.3 %, 8.7 %로 가장 낮게 나타났다. 따라서, 하단부터 30°의 각도로 가공한 경우 1립 배종률은 90.3 %, 2립 이상 배종률은 4.3 %, 결주율은 5.3 %로 본 가공 방법이 배종 성능 향상에 효과가 있는 것으로 보이며, 홈롤러식 인삼 직파기에 가장 적합한 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 최근 재배면적이 증가하고 있는 인삼 직파재배에서 노동력을 줄일 수 있는 파종기를 개발하고자 설계요인에 따른 요인시험을 통해 1립 배종률을 높이며, 결주율을 감소시킬 수 있는 홈롤러식 배종장치를 개발하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 홈롤러식 배종장치를 개발하기 위하여 홈의 직경 6 mm, 7 mm, 8 mm 및 깊이 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm로 배종롤러를 제작하였으며 요인시험을 실시한 결과 직경 7 mm, 깊이 5 mm에서 1립 배종률은 77 %, 결주율은 23 %로 나타났다.
- 2) 홈 직경 7 mm, 깊이 5 mm의 배종롤러의 결주율을 줄이고자 롤러 회전방향의 반대편으로 홈에 사선으로 15°, 30°, 45°로 경사를 주었으며, 홈의 하단에서부터 사선으로 경사를 준 것과 중간에서부터 경사를 준 것 2가지 형태 배종롤러를 제작하였다. 요인시험 결과 홈의 하단부터 30°의 각도로 가공한 경우 1립 배종률은 90.3 %, 결주율은 5.3 %로 나타났다.
- 3) 따라서, 인삼 정밀 배종을 위한 홈롤러식 배종장치에서 홈의 직경은 7 mm, 깊이는 5 mm가 가장 적합한 것으로 나타났으며, 홈의 하단부터 30° 각도로 가공한 경우 종자의 파손을 줄여 결주율을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] K. J. Yang, Strategy for Globalization of Geumsan Ginseng Industry, Korean Ginseng Strategy Council, Korea, 2003, Available From: <https://www.koreascience.or.kr/article/CFKO200372813701034.pdf> (accessed Jan. 3. 2022).
- [2] H. C. Kim, "Export Competitiveness of Korean Ginseng Industry", Korea Academy of International Commerce Inc. 33(3): 253-272, 2018. (In Korean)
- [3] S. G. Mok, Current Status and Prospects of Domestic and Overseas Ginseng Cultivation, Insam NET, 2005, Available From: <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200558449000928.pdf> (accessed Jan. 3. 2022).
- [4] MAFRA, Ginseng Statistical Data Report, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2021, Available From: <https://www.mafra.go.kr/bbs/mafra/71/251639/download.do> (accessed Jan. 4. 2022).
- [5] B. J. Seong, M. G. Jee, K. S. Lee, S. L. Kim, H. H. Kim, J. W. Cho, "Effects of Sowing Method on Growth of Directed Seeding Cultivation Ginseng in Paddy Fields", Journal of Crop Science and Biotechnology 65(2): 151-155, 2020. (In Korean)
DOI: <https://doi.org/10.7740/kics.2020.65.2.151>
- [6] S. J. Suh, I. B. Jang, J. Yu, I. B. Jang, D. Y. Hyun, H. W. Park, K. B. Kweon, "Effects of Sowing Density and Thinning Treatment on Growth Characteristics and Yield of 3-Year-Old Ginseng Cultivated in a Greenhouse", The Korean Society of Medicinal Crop Science 26(1): 64-71, 2018. (In Korean)
DOI: <https://dx.doi.org/10.7783/KJMCS.2018.26.1.64>
- [7] H. W. Park, H. S. Mo, I. B. Jang, J. Yu, Y. S. Lee, Y. C. Kim, K. C. Park, E. H. Lee, K. H. Kim, D. Y. Hyun, "Emergence Rate and Growth Characteristics of Ginseng Affected by Different Types of Organic Matters in Greenhouse of Direct-Sowing Culture", The Korean Society of Medicinal Crop Science 23(1): 27-36, 2015. (In Korean)
DOI: <https://dx.doi.org/10.7783/KJMCS.2015.23.1.27>
- [8] Y. C. Kim, Y. B. Kim, J. U. Kim, J. W. Lee, I. H. Jo, K. H. Bang, D. H. Kim, K. H. Kim, "Difference in Growth Characteristics of 5-Year-Old Ginseng Grown by Direct Seeding and Transplanting", The Korean Society of Medicinal Crop Science 23(6): 480-488, 2015. (In Korean)
DOI: <https://dx.doi.org/10.7783/KJMCS.2015.23.6.480>
- [9] H. W. Park, I. B. Jang, S. W. Kang, Y. C. Kim, J. U. Kim, K. H. Bang, G. H. Kim, D. Y. Hyun, J. E. Choi, "Growth Characteristics and Yields of 3 Year Old Korean Ginseng with Different Planting Densities in Direct Seeding Cultivation", The Korean Society of Medicinal Crop Science 21(5): 372-379, 2013. (In Korean)
- [10] B. J. Seong, K. H. Kim, H. H. Kim, S. I. Kim, S. H. Hang, G. S. Lee, "Physicochemical Characteristics of 3-Year-Old Ginseng by Various Seeding Density in Direct Sowing Culture", The Korean Society of Medicinal Crop Science 18(1): 22-27, 2010. (In Korean)
- [11] J. L. Im, J. Y. Kim, C. B. Park, B. G. Chu, D. H. Kim, Y. G. Choe, C. Y. Hwang, "Growth of Panax ginseng C. A. Meyer Underwood in Direct Sowing and Transplanting", The Korean Society of Medicinal Crop Science 11(3): 216-223, 2003. (In Korean)

- [12] J. C. Lee, D. J. Ahn, J. S. Byeon, S. K. Cheon, C. S. Kim, "Effect of Seeding Rate on Growth and Yield of Ginseng Plant in Direct-Sowing Culture", Journal of Ginseng Research 22(4): 299-303, 1998. (In Korean)
- [13] J. S. Jo, C. S. Kim, J. Y. Won, "Crop rotation of the Korean Ginseng(Panax ginseng C. A. Meyer) and the Rice in Paddy Field", The Korean Society of Medicinal Crop Science 4(1): 19-26, 1996. (In Korean)
- [14] J. Y. Won, J. S. Jo, "Farm Study of Direct Seeding Cultivation of the Korean Ginseng (Panax ginseng C. A. Meyer)", The Korean Society of Medicinal Crop Science 7(4): 308-313, 1999. (In Korean)
- [15] S. W. Lee, G. S. Kim, B. Y. Yeon, D. Y. Hyun, G. S. Hyun, Y. B. Kim, S. W. Kang, Y. C. Kim, "Comparison of growth characteristics and ginsenoside contents by drainage classes and varieties in 3-year-old ginseng (Panax ginseng C. A. Meyer)", Korean Journal of Medicinal Crop Science 17(5): 346-351, 2009. (In Korean)
- [16] J. Y. Won, J. S. Jo, "Farm study of Direct Seeding Cultivation of the Korean Ginseng (Panax ginseng C. A. Meyer)", Korean Journal of Medicinal Crop Science 7(4): 308-313, 1999. (In Korean)
- [17] H. S. Mo, H. W. Park, I. B. Jang, J. Yu, K. C. Park, D. Y. Hyun, E. H. Lee, K. H. Kim, "Effect of Sowing Density and Number of Seeds Sown on Panax ginseng C. A. Meyer Seedling Stands under Direct Sowing Cultivation in Blue Plastic Greenhouse", The Korean Society of Medicinal Crop Science 22(6): 469-474, 2014. (In Korean)
DOI: <https://dx.doi.org/10.7783/KJMCS.2014.22.6.469>
- [18] J. G. Kim, Y. T. Yun, H. J. Jun, T. G. Kang, S. H. Lee, Y. K. Kim, I. S. Choi, S. H. Yu, J. K. Woo, Y. Choi, "Performance Test of Ginseng Seed Sowing Unit for Ginseng Precision Sowing", Proceedings of the KSAM & ARCS 2021 Autumn Conference 26(2): 100, 2021. (In Korean)
- [19] S. N. Yoo, Y. S. Choi, S. R. Suh, "Development of a Precision Seed Metering Device for Direct Seeding of Rice", Journal of Biosystems Engineering 30(5): 261-267, 2005. (In Korean)
DOI: <https://doi.org/10.5307/JBE.2005.30.5.261>
- [20] I. S. Choi. 2014 "Design of the Seed Metering Device for Seeder of Foxtail & Sorghum", Chungnam National University, DaeJeon, Korea.
- [21] I. H. Ryu, K. U. Kim, "Design of Roller-type Metering Device for precision Planting", Journal of Biosystems Engineering 22(4): 401-410, 1997. (In Korean)
- [22] Y. K. Kang, H. J. Jun, S. H. Lee, S. Y. Shin, I. B. Jang, "Analysis of Seeding Performance according to Hole Angle of Drum Seeder with Hole", Proceedings of the KSAM 2021 Autumn Conference 26(2): 228, 2021. (In Korean)
- [23] SAS Institute Inc, 2022, www.sas.com

이 상 희(Sang-Hee Lee)

[준회원]



- 2018년 2월 : 전북대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2015년 10월 ~ 현재 : 국립농업과학원 농업연구사

<관심분야>

농업기계, 정밀농업

강 연 구(Youn-Koo Kang)

[정회원]



- 1999년 2월 : 충북대학교 농업기 계공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 충북대학교 농업기 계공학과 (공학박사)
- 2007년 8월 ~ 현재 : 국립농업과학원 농업연구사

<관심분야>

농업기계, 정밀농업

신 소 영(So-Young Shin)

[정회원]



- 2017년 9월 : 규슈대학교 대학원 생물자원환경과학부 (농학석사)
- 2020년 9월 : 규슈대학교 대학원 생물자원환경과학부 (농학박사)
- 2020년 10월 ~ 현재 : 국립농업과학원 박사후연구원

<관심분야>

농업기계, 농기계안전성

장 성 혁(Sung-Hyuk Jang)

[정회원]



- 2018년 2월 : 전북대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2021년 9월 ~ 현재 : 국립농업과학원 석사후연구원

<관심분야>

농업기계, 정밀농업

김 태 형(Tae-Hyeong Kim)

[준회원]



- 2019년 2월 : 전북대학교 대학원 농업기계학과 (공학석사)
- 2019년 5월 ~ 현재 : 국립농업과학원 석사후연구원

<관심분야>

농업기계, 정밀농업

최 승 렬(Seung-Ryul Choi)

[정회원]



- 2009년 2월 : 충남대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2005년 8월 ~ 현재 : 국립농업과학원 농업연구관

<관심분야>

농업기계, 자동제어