

벨트 파지식 1조 콩 예취기 개발

전현종 강태경 이충근 최 용 이채식 홍종태

Development of a Belt Pick-up One-row Soybean Cutter

H. J. Jun T. G. Kang C. K. Lee Y. Choi C. S. Lee J. T. Hong

Abstract

This study was carried out to develop a belt pick-up type one-row soybean cutter, using physical properties and production conditions of soybeans.

The prototype soybean cutter consisted of 4 parts: cutting part, conveying part, collecting part, and travelling part.

The prototype soybean cutter was designed to cut soybeans planted with a row spacing of 600 mm, and at a height of 30 mm from the bed bottom using a disk saw. Through various trials with different peripheral velocities of the disk saw and forward speed of the cutter, determined ranges of the peripheral velocity of the disk saw cutting soybeans stems were greater than 18.3 m/s. Spacing between pick-up belts (clearance) was in a range of 60~90 mm so that soybeans could be picked at heights greater than 25 cm, and the size and shape of the pick-up belt were determined the conventional manual harvesting method. The optimal ratio between the forward speed of cutter and the peripheral speed of pick-up belts were from 1 to 1.2 by theoretical analysis. the pick-up belts had a 35° of tilted angle and 90° of twisted angle to pick up soybeans safely from the plant input to the lower end of the belts and convey soybeans to the upper end of belts nearby a container. The soybeans at the rear container were dropped down on the soybean row with an interval.

The effective field capacity of the prototype soybean cutter was 0.136 ha/h, reducing the working hour by 92% when compared with the manual cutting.

Keywords : Soybean, Cutter, Belt, Disk saw

1. 서론

콩은 오래전부터 전통식품을 제조하는데 이용되었고 소비자들에게 많이 애용되어오고 있다. 국내 식용 콩의 재배면적은 2008년 75,242 ha로 전체 수요량의 28.2%를 생산하는데 불과하기 때문에 대부분을 수입 콩에 의존하고 있다(Ko, 2010). 또한 수입 콩의 대부분은 유전자변환 콩이어서 소비자들에게 불안감을 안겨주어 국산 콩에 대한 요구도가 증가하고 있다. 더욱이 국내 쌀 소비의 감소로 인하여 벼 재배 면적이 급격히 줄어들어 많은 휴경 논이 발생함에 따라 정부에서는 2002년부터 쌀 수급안정 및 식용 콩의 자급률을 높이기

위해 밭뿐만 아니라 휴경 논에도 콩 재배를 권장하여 국산 콩의 자급률을 높이는 정책을 시행하고 있다(Jun et al., 2006). 국내의 콩 재배농가는 2008년 현재 609,000호로 이 가운데 1 ha 미만의 소규모재배 농가는 602,000호로 전체의 99%를 차지하고 있고 대부분의 수확작업을 인력에 의존하고 있다(Ko, 2010).

콩 수확작업은 수확시기가 짧아 일시에 많은 노동력이 투입되어야 하며, 콩 수확시기가 벼 수확시기와 겹쳐있어 대부분의 농가에서는 일손 부족으로 많은 어려움을 겪고 있다. 그러한 이유로 소규모 콩 재배농가에서는 기계로 손쉽게 예취하여 모아줄 수 있는 간단한 콩 예취기를 필요로 하고 있으

며, 특히 콩의 예취시기가 콩의 품질 및 손실에 큰 영향을 주기 때문에 적기에 예취하는 것이 콩 생산에 중요하다 (Jun et al., 2006).

우리나라의 콩 재배는 그림 1에서와 같이 주로 둥근 두둑에 조간 60 cm 주간 20 cm로 1열재배하거나 평 두둑에 조간 40 cm 주간 20 cm로 2열재배하는 양식을 표준으로 하고 있다. 또한 수확시기 대부분의 콩 초장은 46~129 cm 범위 내에 있으며 콩 줄기에서 제일 아래쪽에 위치한 콩 꼬투리는 지면에서 10 cm 이상 높이에 위치하고 있는 것으로 나타나 있다(Jun, 2004; Jun et al., 2006).

외국에서 개발된 보행용 콩 예취기는 예취 후 일정량씩 모아서 측면으로 배출하는 방식으로 개발되어 포장에서 콩을 수확하기 위해서는 콩 포장의 맨 가장자리에서부터 차례로 돌면서 작업해야 한다(Ichikawa et al., 1981; Sugiyama et al., 1981). 그러나 이러한 예취방법은 국내와 같이 소규모의 콩 재배포장에서 두둑을 만들어 콩을 재배하는 조건에서는 선회작업을 할 때 주행성이 떨어지고 작업성능이 떨어지는 등 이용에 문제점이 있다.

따라서 본 연구에서는 두둑을 만들어 재배하는 소규모 콩 재배포장에서 수확을 위한 기계의 이동을 최소화 하여 주행성을 높이고 작업능률을 높일 수 있도록 하고, 콩을 예취해나가면서 예취한 두둑 위에 일정량씩 콩을 다발형태로 모아줌으로써 포장의 어느 위치에서든지 콩의 예취작업이 가능하도록 하기 위해 콩을 예취하여 기체의 후방으로 배출하며 작업할 수 있는 보행용 콩 예취기를 개발하고자 하였다.

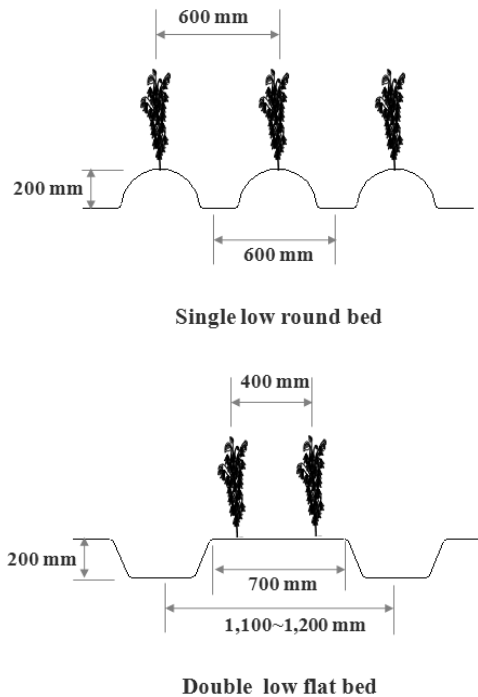


Fig. 1 The bed types of soybean cultivation.

2. 재료 및 방법

가. 시작기 설계요인구명

콩을 예취하여 수집하는 예취기를 개발하기 위하여 시작기 설계에 필요한 주요 요인인 콩을 예취하는 원판톱날 주속도와 전진속도, 시작기 이송벨트의 경사각 및 콩을 파지하여 이송하는 이송벨트 사이의 적정 간격을 구명하였다.

1) 예취날 주속도

콩을 예취하는 예취날의 적정 주속도를 설정하기 위하여 예취날의 주속도와 전진속도에 따른 콩 예취상태를 시험하였다. 콩 예취시험은 그림 1과 같은 둥근 두둑에 재배한 태광콩을 대상으로 하였고 시험 콩의 줄기 함수율은 50.4%(w.b.), 꼬투리 함수율은 5.2%(w.b.)이었다.

콩의 예취시험은 원형톱날의 전진속도와 주속도 사이의 관계를 구명하기 위하여 그림 2에서와 같은 콩 예취시험장치에 원판톱날(직경 255 mm, 날두께 2 mm, 날 수 80) 부착하여 지면으로부터 3 cm 위치의 콩 줄기를 절단하였다. 예취요인은 원형톱날 주속도 4수준(8.7, 12.7, 18.3, 23.9 ㎍) 및 콩 예취시험장치의 전진속도 2수준(0.2, 0.4 ㎍)으로 시험하였다.



Fig. 2 The cutting device for soybeans.

2) 이송벨트의 경사각

시작기의 이송벨트 경사각을 설정하기 위해 시작기 전진속도와 이송벨트속도 사이의 적정 속도비를 고려하여 그림 3과 같이 이송벨트와 작업기의 이동거리를 도식적으로 나타내었고 이들의 관계를 식 (1)로 나타내었다. 또한 식 (2)는 식 (1)로부터 작업기와 이송벨트의 속도비와 이송벨트의 경사각간의 관계를 나타낸 것이다(Liang, 1990).

$$\frac{S}{V_m} = \frac{H}{V_{by}}, \quad S = \frac{H \cos \theta}{\sin \theta}, \quad V_{by} = V_b \sin \theta \quad (1)$$

$$\frac{V_b}{V_m} = \frac{1}{\cos \theta} \quad (2)$$

where,

- V_b = speed of conveyor belt, m/s
- V_{bx} = horizontal speed of conveyor belt, m/s
- V_{by} = vertical speed of conveyor belt, m/s
- S = distance of vehicle, m
- H = height of soybean picked up by conveyor belt, m
- θ = angle of conveyor belt, $^\circ$

따라서 식 (2)로부터 적재함의 높이를 고려한 이송벨트의 경사각이 35° 일 때 시작기의 전진속도와 이송벨트 이송속도 사이의 속도비는 1 : 1.2였다.

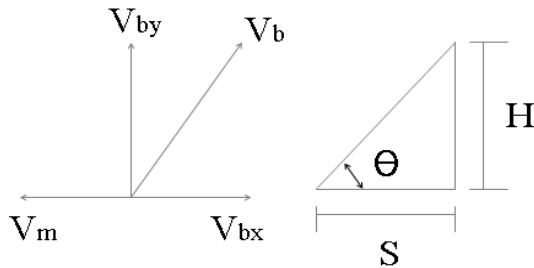


Fig. 3 Velocity analysis on the belts picking up soybean stalk.

3) 이송벨트 파지 간격

한 쌍의 이송벨트로 콩을 파지하여 이송하는 방식의 시작기 설계 시 고려해야 할 사항으로 이송벨트의 파지간격이 중요한 요인이 된다. 표 1에서와 같이 콩의 초장이 다른 3종류의 콩(태광(I), 신평달(II), 명주나물(III))에 대해 각각 한 개체씩 지면으로부터 높이 100, 200, 300 mm에서 콩의 분지폭을 측정하였다. 측정결과 콩의 분지폭은 이송벨트가 파지하는 중간지점인 높이 200 mm 지점에서 분지폭이 41~45 mm이었으나 대부분 콩 재배포장에서는 2~4개체씩 함께 재배하기 때문에 실제 이송벨트로 파지하는 콩의 분지폭은 2~3배 정도 증가할 것으로 판단되었다. 그림 4는 지면에서부터 콩의 높이별 분지폭을 측정하는 방법이고 그림 5는 이송벨트에 의한 콩 파지 위치를 나타낸 것이다.

Table 1 The width of soybean by the height from the bottom of bed

Variety	Length of soybean (mm)	Stalk of soybean (mm)	Width of soybean by the height/plant (mm)		
			100	200	300
Taekwang(I)	643	9.1	15	45	79
Sinpaldal(II)	734	9.1	10	43	59
Myeongjunamul(III)	355	6.1	6	41	75

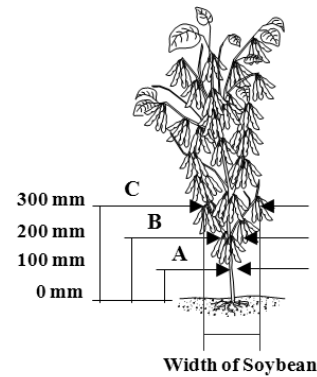


Fig. 4 Measurement of soybean width by height from the bed.

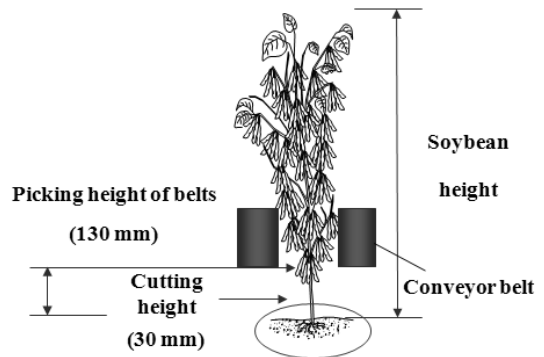


Fig. 5 Height of belts to pick-up soybeans.

나. 시작기 설계 제작

시작기 설계는 콩 표준재배법(조간 60 cm, 주간 20 cm)에 따라 1열로 재배하는 콩을 대상으로 하였고 콩을 예취하여 시작기의 후방으로 이송하여 일정량이 수집되면 예취한 두둑에 배출하는 구조이다. 또한 쓰러진 콩을 일으켜 세워 예취할 수 있고 두둑의 높이에 대응하기 위하여 콩의 예취높이 조절이 가능한 구조로 설계하였다.

시작기는 그림 6과 그림 7에서와 같이 콩을 가이드로 안내하여 절단하는 예취부, 예취된 콩을 이송하는 이송부, 이송된 콩을 일정량으로 모아 배출하는 수집부 및 주행부로 구성되어 있고 표 2는 시작기의 제원이다.

예취부는 콩을 안내하는 가이드와 원판톱날(직경 305 mm, 날두께 2 mm 날 수 100)로 구성되며 원판톱날의 직경은 콩의 절단위치 및 주속도를 고려하여 직경 305 mm를 적용하였다. 예취높이는 예취날의 측면 부분에 부착된 높이 조절륜으로 조절된다. 원판톱날은 각각의 날 끝 부분에 두께 2 mm의 초경날이 부착되어 있고 원판톱날의 적정 주속도는 콩 예취시험에서 도출된 결과를 적용하여 작업속도 0.2~0.9 m/s 에 따라 15~29 m/s 까지 비례적으로 조절되도록 설계하였다.

이송부는 이송벨트로 콩을 파지하여 이송하므로 콩 예취 시 이송벨트가 콩을 파지하기 위한 적정 높이를 설정하기 위하여 관행의 인력 수확 시 손으로 콩을 잡는 위치를 고려하

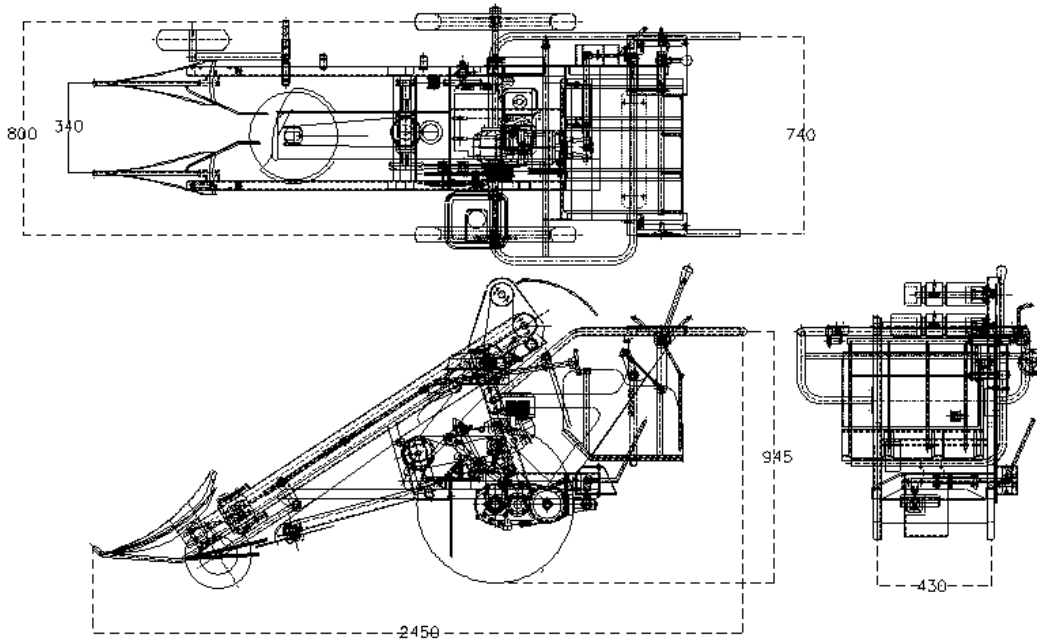


Fig. 6 Schematic of the prototype soybean cutter.

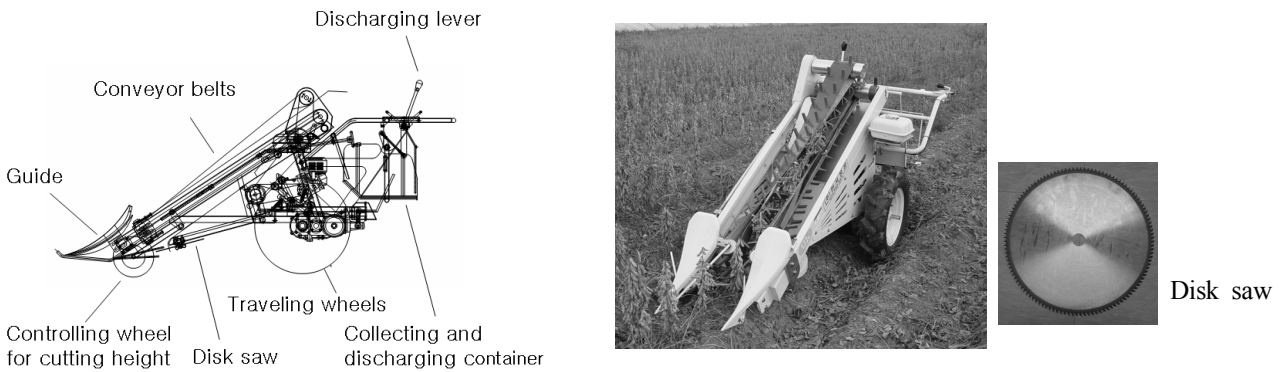


Fig. 7 Views of prototype soybean cutter : drawing(left) and photo(right).

Table 2 Specification of the prototype

Item		Specification
Total size (mm) (L × W × H)		2,450 × 800 × 1,250
Total weight, kg		170
Power		3.7 kW/ 1,800 rpm,
Disk saw (metal tipped)	Diameter (mm)	305
	Thickness (mm)	2
	Number of teeth	100
	Rotating peripheral velocity (m/s)	15~29
	Cutting height (mm)	30
Conveyor	Width (mm)	125
	Tilt angle of conveyor (°)	35
	Lug length and space (mm)	67 × 100
Container	Size (mm) (L × W × H)	385 × 540 × 485
Wheel	Wheel diameter (mm)	560
	Distance between wheels (mm)	600~800
	Travel speed (m/s)	0.3~1.0

여 콩이 처음 유입되는 이송벨트의 파지높이를 지면으로부터 130 mm 위로 콩이 파지된다. 또한 콩의 이송 및 적재가 쉽도록 이송벨트가 90° 비틀어져 있어 콩이 이송벨트에서 배출될 때 수평으로 이송되어 적재되도록 하였다(Jun et al., 2006).

이송벨트는 그림 8에서와 같이 벨트 폭 125 mm에 2줄로 폭 20 mm, 길이 67 mm의 러그가 100 mm 간격으로 부착되어 콩을 예취와 동시에 파지하기 쉽도록 제작되었다. 콩이 유입되는 이송벨트 앞부분은 콩의 분지 폭 크기에 따라 이송벨트의 파지간격(clearance)을 조절할 수 있도록 파지간격을 60~120 mm까지 조절되도록 설계하였다. 수집부 및 주행부는 이송벨트에서 배출된 콩을 수평으로 가지런히 모아 주고 일정량의 되면 운전자가 받침판이 열리도록 배출레버를 당겨 콩을 두둑위에 배출하도록 설계하였다. 또한 주행부 차륜의 크기 및 윤거는 둥근 두둑(조간 600 mm, 두둑높이 300 mm)을 기준으로 차륜의 직경 560 mm, 폭 100 mm이고 윤거는 600~800 mm 범위에서 조절되며 주행속도는 0.3~1 m/s 범위이었다.

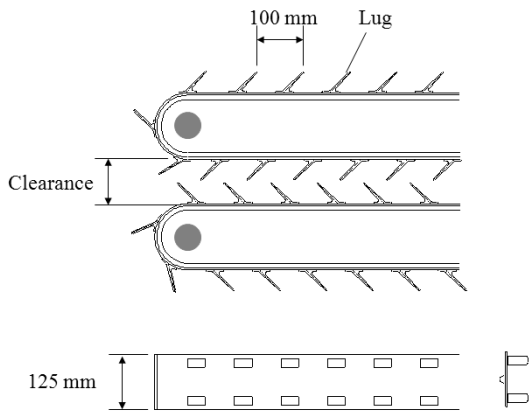


Fig. 8 Schematic of conveyor belts.

다. 요인 및 성능시험

시작기의 콩 예취이송시험은 이송벨트로 초장이 작은 콩을 예취와 동시에 파지하여 이송이 가능한 한계 초장을 구명하기 위해 재배면적이 많은 대표적 품종인 태광콩을 대상으로 초장이 다른 콩에 대하여 시험하였다. 이송벨트의 콩 파지시험은 콩의 초장 3수준(200, 250, 300 mm 이상)과 이송벨트 파지간격(clearance) 3수준(60, 90, 120 mm)으로 시험하였다.

시작기의 포장시험은 시작기 작업속도별 작업정도를 조사하기 위해 둥근 두둑에 재배한 태광콩을 사용하였고, 줄기 함수율 50.4%(w.b.) 꼬투리 함수율 5.2%(w.b.)인 파종(6월 5일) 후 150일된 콤바인 수확이 가능한 상태의 콩을 대상으로 하였다. 반복 시험구간은 10 m씩이며 작업속도 3수준(0.4, 0.7, 0.9 m/s)으로 시험하여 각각의 작업정도를 조사하였다.

또한 시작기의 콩 예취시기별 작업정도는 대원콩을 대상으로 하였고 시험시기는 파종(6월5일) 후 136일, 137일, 140일째에 실시하였고 시험시각은 오전 10시와 오후 3시에 예취하였고 반복 시험구간은 5 m씩으로 작업정도를 조사하였다.

시작기의 포장성능시험은 대원콩을 대상으로 시험하였고 시작기의 작업속도 0.7 m/s, 작업폭 0.6 m이었다. 시작기의 유효포장능률(Ce)은 식 (3)을 사용하여 산출하였고 인력작업과 비교하였다(Jung, 1995).

포장작업효율(ϵ_f)은 콩 포장의 예취방향 길이가 100 m일 때를 가정하여 다음 예취를 위한 이동시간을 고려하였다.

$$Ce = 0.36WV\epsilon_f \tag{3}$$

where, Ce = Effective field capacity of prototype, ha/h
 W = Working width of prototype, m
 V = Working speed of prototype, m/s
 ϵ_f = Field efficiency

4. 결과 및 고찰

가. 시작기 설계요인구명

1) 예취날 주속도

예취날 종류, 주속도 및 주행속도별 줄기절단시험 결과 표 3에서와 같이 주행속도 0.4 m/s에서 예취날의 주속도 18.3 m/s 이상에서 완전히 절단되었다. 일반적으로 모위에서는 고정칼날을 장착하지 않고 작물의 관성을 이용하여 지지 없이 절단을 한다. 이 때 회전칼날의 주속도는 30 m/s 이상이 필요하다고 하였다(Jung, 1988). 그러나 콩 예취시험 결과 이송벨트로 콩을 파지한 상태에서 원판톱날로 예취할 경우 원판톱날이 0.4 m/s로 전진하면서 예취할 때 원판톱날의 주속도는 18.3 m/s에서도 충분히 예취가 가능하였다. 이러한 결과는 일정속도로 이송하는 벨트로 콩을 파지하는 동시에 원판톱날이 콩을 예취하기 때문에 원판톱날의 주속도가 빠르지 않아도 콩의 예취가 가능한 것으로 판단되었다.

Table 3 Cutting performance of soybeans by peripheral velocity of the disk saw

Speed of the prototype (m/s)	Peripheral velocity of the disk saw (m/s)			
	8.7	12.7	18.3	23.9
0.2	Bad	Good	Good	Good
0.4	Bad	Bad	Good	Good

2) 이송벨트의 콩 파지간격별 이송상태

콩의 초장별 파지이송시험 결과 표 4에서와 같이 초장이

20 cm 이하의 콩은 파지가 안 되었으나 초장 25 cm 이상에서는 파지 및 이송이 가능하였고, 이송벨트 사이의 파지간격이 120 mm일 때는 콩의 파지 및 이송이 불가하였다. 따라서 러그가 부착된 이송벨트 사이의 파지간격은 90 mm 이하에서 적합한 것으로 나타났다.

Table 4 Pick-up performance of soybean by height of soybean and clearance of belts

Height of soybean (mm)	Clearance of belts (mm)		
	60	90	120
200	Bad	Bad	Bad
250	Good	Good	Bad
≥ 300	Good	Good	Bad

나. 포장시험

1) 작업속도별 예취 및 손실률

시작기의 작업속도별 예취 및 손실률은 표 5에서와 같이 시작기의 작업속도 0.4 ~ 0.9 m/s에서 곡립손실은 2.2~2.4% 이었고, 예취율도 100%로 양호하였을 뿐만 아니라 이송 및 수집상태도 양호하였다

작업속도 0.7 m/s에서는 작업자에 부담을 주지 않고 작업이 가능하였으나 0.9 m/s에서는 콩의 유입량이 많아 예취된 콩을 신속히 배출하기 어려운 상태였다. 따라서 시작기의 원활한 예취작업을 위한 작업속도는 0.7 m/s 정도이고 관행의 인력수확시기보다 1주일 늦게 예취했기 때문에 관행보다 콩 줄기 및 꼬투리의 수분이 적어 곡립손실이 실제 인력으로 예취할 때보다는 많이 나왔다고 판단되었다. Ichikawa 등(1981)에 의하면 콩의 곡립손실은 품종, 줄기 및 꼬투리의 함수율에 따라 달라질 수 있다고 보고되었다. 따라서 시작기는 관행의 인

력 수확시기에 예취할 경우 곡립손실을 줄일 수 있는 것으로 판단되었다.

Table 5 Loss of soybean and ratio of stem cut by working speeds of the prototype

Item	Working speed of the prototype (m/s)		
	0.4	0.7	0.9
Loss ratio of soybean (%)	2.3	2.2	2.4
Ratio of stem cut (%)	100	100	100

2) 콩 예취시기별 손실률

시작기의 콩 예취시기별 작업정도는 표 6에서와 같이 10월 21일~10월 22일 사이에 예취한 것은 곡립손실이 0.7~0.9%로 적게 나왔으며 10월 25일에는 1.1~1.6% 로 다소 증가하였다. 또한 오전에 예취하는 것이 오후에 예취하는 것보다 손실이 적게 나타나 콩의 꼬투리 수분이 곡립손실에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Sugiyama 등(1981) 및 Ichikawa 등(1981)은 품종에 따라 곡립손실정도는 다르지만 예취시기가 늦어질수록 곡립손실은 증가하였으며 오후 2~3시경에 꼬투리의 수분이 가장 변화가 심하여 손실이 많은 것으로 보고하였다.

다. 작업성능

시작기의 포장작업능률은 식 (3)으로부터 이론작업능률을 산출한 결과 표 7에서와 같이 적정 작업속도 0.7 m/s와 작업폭 0.6 m에서 포장작업효율 0.9를 고려한 결과 0.136 ha/h 이었다. 시작기의 포장작업효율은 두둑 간격 0.6 m, 두둑 길이 100 m인 콩 포장에서 작업속도 0.7 m/s로 작업할 때 옆 두둑의 예취작업을 위한 시작기의 회행에 소요되는 시간이 15

Table 6 Loss rate of soybeans by the cutting time

Test time (Mon., Date, Time)		10.21 15:00	10.22 10:00	10.25 10:00	10.25 15:00
Seeding Time (Mon., Date)		06. 05.	06. 05.	06. 05.	06. 05.
Moisture content, (% (w.b.))	Stem	65.2	59.1	62.5	60.6
	Pod	6.0	5.8	5.6	5.2
Loss ratio of soybean, %		0.9	0.7	1.1	1.6

Table 7 Field performance of the prototype soybean cutter

Item	Working speed (m/s)	Working width (m)	Field efficiency	Effective field capacity of prototype (ha/h)	Loss ratio (%)
Prototype	0.7	0.6	0.9	0.136	1.5
Conventional (Manual)	-	-	-	0.011	1

s이었고 이를 기준으로 산출되었다. 이것은 관행(인력 예취) 0.011 ha/h에 비해 12배 능률적이며 예취손실은 1.5% 정도로 인력작업보다 다소 높았지만 시작기는 예취작업시 예취된 콩을 5 m 마다 수집하여 배출하기 때문에 관행의 탈곡작업처럼 한곳에 모아 건조 후 탈곡하는 작업공정에서 콩의 수거 작업노력을 줄일 수 있는 것으로 판단되었다.

그림 9와 10은 시작기의 작업광경이다. 또한 그림 11에서와 같이 기존에 개발된 측면으로 콩을 배출하는 방식의 콩 예취기는 선회법(turning method)으로 예취해야 하기 때문에 다음 예취를 위한 이동 및 선회시간이 필요하다. 그러나 시작기는 후방으로 콩을 배출하는 방식이기 때문에 인접한 옆 두둑의 콩을 차례로 예취가 가능한 연결법(junction method)으로 작업할 수 있어 선회시간만 필요하다. 따라서 시작기는 기존의 선회법으로 작업하는 방식의 콩 예취기보다 포장 내에서 이동시간이 줄어들어 포장작업효율 높고 시작기의 포장작업능률 또한 높은 것으로 나타났다(Jun et al., 2008).



Fig. 9 Operating view of the prototype



Fig. 10 View of containing soybeans of the prototype

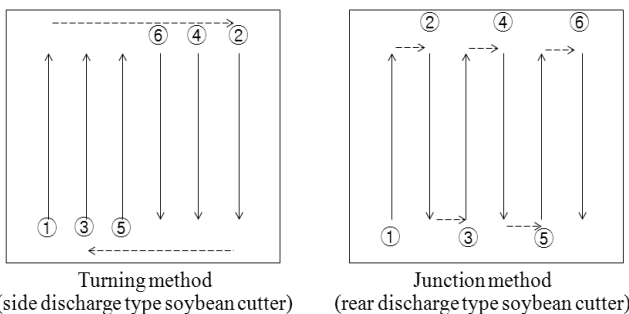


Fig. 11 The field cutting work method of the prototype soybean harvester.

5. 요약 및 결론

본 연구에서는 콩의 예취작업을 기계화하기 위하여 시작기 설계에 필요한 주요 요인을 구명하여 예취, 이송, 수집 및 배출이 가능한 일관작업형 콩 예취기를 개발하고자 하였다. 수집장치는 이송벨트에서 예취된 콩 줄기가 일정량이 모이면 수동으로 작동하여 배출하도록 하였다. 본 연구의 시험결과는 다음과 같다.

- (1) 시작기는 예취높이를 두둑의 형상에 따라 조절가능하며 이송벨트의 형상은 작물의 빠짐을 막기 위해 벨트의 표면에 일정 길이의 러그가 부착되었고, 이송벨트의 이송 경사각은 35°, 주행속도와 이송벨트의 속도비는 1:1.2이었고 예취날 주속도는 작업속도 0.2~0.9 ㎥/일 때 15~29 ㎥/까지 비례적으로 조절되었다.
- (2) 시작기에 의한 곡립손실은 콩의 꼬투리 수분과 밀접한 관계가 있고 꼬투리의 수분이 많을수록 곡립손실이 적은 것으로 나타났다.
- (3) 시작기의 유효작업능률은 작업폭 0.6 m 작업속도 0.7 ㎥/일 때 0.136 ha/h로 관행(인력 예취) 0.011 ha/h에 비해 92%의 작업시간 절감 효과가 있었다.

참고 문헌

1. Ichikawa, T., T. Sugiyama, T. Miura, M. Suzuki, and M. Manaka. 1981. Studies and development of soybean reaper (part 2). Tech. Rep. Inst. of Agric. Mach. 16:25-42. (In Japanese)
2. Jun, H. J. 2004. Development of a soybean cutter. Research report of Institute of Agricultural Engineering 2004. pp. 229-240. (In Korean)
3. Jun, H. J., J. T. Hong., Y. Choi., Y. K. Kim, and C. K. Lee, 2006. Development of a bean cutter. Proceedings of the KSAM 2006 Winter Conference. 11(1):173-177. (In Korean)
4. Jun, H. J., Y. Choi., C. K. Lee., Y. K. Kim, and J. T. Hong. 2008. Proceedings of the 4th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB) 27-29 May 2008, Taichung, Taiwan.
5. Jung, C. J. 1988. Mechanics for farm working. Seoul National Univ. Press, pp. 228. (In Korean)
6. Jung, C. J. 1995. Agricultural Mechanics, pp. 21. (In Korean)
7. Ko, J. M. 2010. Proceedings of the Strategy of globalization and support policy of soybean industry Symposium. Aug. 5. 2010. pp. 27. (In Korean)
8. Liang, L. S., J. R. Tsay, L. H. Lu, S. R. Yen, and T. H. Chow. 1990. Study on the TARI peanut harvester. Jour. of Agric. Res. China. 32(2):141-147. (In Chinese)
9. Sugiyama, T., H. Ezaki, M. Suzuki, S. Imazono, and M. Manaka. 1981. Studies and development of soybean reaper (part 1). Tech. Rep. Inst. of Agric. Mach. 15:39- 56. (In Japanese)