

자운영 탈곡정선기 개발 Development of Milk Vetch Seed Thresher

홍성기 *	정성근 *	박희만 *
정회원	정회원	정회원
S.G.Hong	S.G.Jung	H.M.Park

1. 서 론

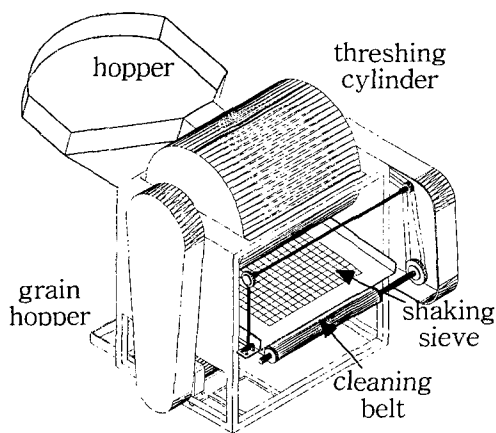
자운영(*Chinese milk vetch*, 학명: *Astragalus sinicus*)은 대전이남의 남부지방에 널리 분포되어 있는 내한성이 약한 녹비, 사료작물로 최근에는 저공해 농산물을 생산하기 위해 화학비료를 대체하여 지력을 증진시키는 친환경 농업용 작물로 그리고 꽃의 만개시 꿀벌의 밀원작물, 표토유실방지과 환경보존용 작물로 각광을 받고 있어 벼의 수확 후에 파종하는 답리작으로 재배면적이 급격히 늘어나는 추세이다

그러나 자운영은 50cm정도의 줄기에 길이 3cm, 폭 5mm정도의 4~5개의 꼬투리가 있고 그 속에 길이 3mm 폭 1mm, 천립중이 3.0 ~ 3.8g인 작은 종자가 5~6개 있어서 종자를 채취하기가 쉽지 않아서 인력으로 채종시 채종률이 60%정도로 낮고⁴⁾ 수량도 10a당 40kg으로 적어서 농가에서 채종작업을 기피하여 2000년도에는 1만 ha에 자운영을 파종하기 위하여 400ton(11억원)의 씨앗을 중국으로 부터 수입하여 파종하고 있는 실정으로 자운영종자의 수입대체를 위해서는 자운영탈곡정선기의 개발이 요구되고 있다.

따라서 이 연구는 인력으로 채종하고 있는 자운영 종자를 탈곡정선하기 위하여 투입, 절단, 탈곡, 정선 일관 작업형 자운영 탈곡정선기를 개발하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시작기 설계 제작



시작기는 자운영의 줄기와 꼬투리 전체를 투입할 수 있는 호퍼, 절단 및 꼬투리 속의 종자를 탈곡하는 탈곡부, 요동체에 의해 종자와 검불을 분리한 다음 미세한 먼지 등을 송풍기의 바람으로 정선하는 정선부, 이송벨트에 의해 배출되는 배출부로 구성되게 하고 단상 1PS 전동기로 구동되게 설계 제작 하였으며 구조 및 제원은 그림 및 표 1과 같다.

Fig 1. Schematic diagram of prototype

Table 1. Specification of milk vetch seed thresher


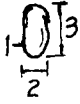
Item		Specification
Main body	Dimension	1,200x700x800mm
	Weight	55kg
	Power	Electric Moter (1 PS)
Threshing part	Type	Rasp bar
	Concave	Mesh #14
Cleaning part	Shive	Mesh #12
	Cleaning	Fan+Rough top belt conveyer

다. 성능시험

(1) 공시재료 및 재료의 물리적 성질

시험에 사용한 공시재료는 표2와 같이 자운영으로 초장이 50~60cm 있으며 꼬투리의 길이는 30mm 폭은 5mm 이었다. 1개의 꼬투리에 2개의 방이 있으며, 1개의 방에는 5~6개의 종자가 있고 종자의 크기는 3×2×1mm(ℓ x b x t)이었으며 천립중은 3~3.8g 이었다. 자운영 종자의 종말속도는 간이 수직 풍동계를¹⁾ 제작하여 풍속계(Anemometer)로 측정한 결과 종말 속도는 2.8 ~3.2m/s이며 꼬투리와 줄기의 종말속도는 1.2~1.8m/s 이었다.

Table 2. Physical property of milk vetch

Plant length	Pods	Seeds	Terminal velocity
50~60 cm	 <p>-Two number of room -One room of 5-6 seeds</p>	 <p>ℓ x b x t : 3x2x1mm Thousand-kernel weight : 3~3.8g</p>	<p>-Seeds : 2.8~3.2m/s -Pod, stalk : 1.2~1.8m/s</p>

(2) 시험방법

자운영 탈곡정선기의 탈곡 성능시험은 급치의 형태, 급동의 속도 및 자운영의 수분 함량별로 실시하여 작업성능 및 채종률을 조사하였다. 여기서 채종률은 식 1과 같은 계산식을 사용하였으며 자운영줄기와 꼬투리의 함수율 측정은 적외선 함수율 측정기 (Kett Co. model SS-250)을 사용하였다.

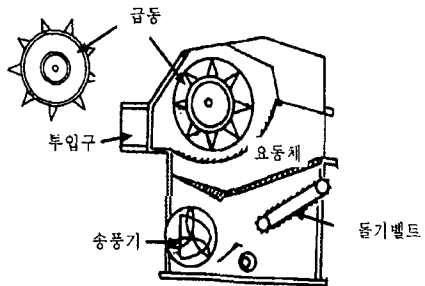
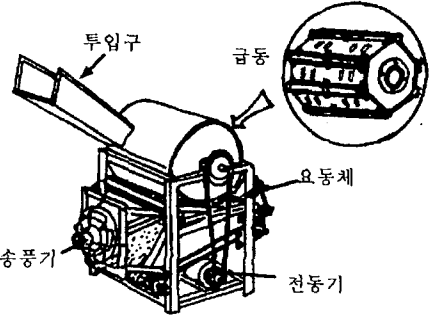
$$\text{채종률(\%)} = \frac{\text{탈곡 정선된 종자량}}{\text{투입된 자운영 종자의 총량}} \times 100 \quad \text{----- (1)}$$

3. 결과 및 고찰

가. 급동의 급치 형식별 채종률

급동의 급치형식별 채종시험에 있어서 급치를 철선형과 라스프바식을 제작하여 시험한 결과는 표 3과 같다. 절단칼날에 의해 전처리된 줄기의 채종률은 철선형 급치가 30~40%의 낮은 것으로 나타났다. 철선형 급치는 급치와 급치 사이의 공간이 넓고 수망과 급치 사이의 공간도 크므로 꼬투리의 파쇄가 거의 되지 않기 때문인 것으로 판단된다. 라스프바식의 경우에는 빔 형태의 긴 라스프바가 꼬투리에 전단력을 주어서 줄기와 꼬투리를 절단하고 충격력으로 꼬투리속의 종자를 털어내기 때문에 채종률이 95%이상으로 나타나 자운영의 채종에는 라스프바식이 좋을 것으로 판단되었다.

Table 3. Seed Threshing rate by Threshing tooth type

Item	Wire tooth type	Rasp bar type
Structure		
Cleaning type	Shive + lug belt+fan	Shive+Rough top belt conveyer
Steam cutting	good	good
Cutting length(cm)	3 ~ 4	1.5 ~ 2
Threshing rate(%)	30~40	95

(2) 급동의 속도별 채종률

급치형식을 라스프바식으로 하고 급동의 속도를 500, 600, 700rpm으로 하여 탈곡 시험한 결과 채종률은 표 4와 같다. 회전속도별 채종률을 보면 500rpm에서는 76%, 600rpm에서 95%, 700rpm에서 83%으로써 600rpm이 가장 효과적인 것으로 나타났다. 채종률은 회전속도가 낮으면 꼬투리 속의 종자를 잘 털어내지 못하고 너무 높으면 요동체의 속도가 빨라서 검불 및 꼬투리로부터 씨앗이 미처 선별되지 못하고 검불속에 싸여 밖으로 배출되기 때문인

것으로 판단되었다.

Table 4. Seed threshing rate by threshing cylinder speed

Speed of threshing cylinder(rpm)	Threshing rate(%)	Working performance(kg/hr)
500	76	37
600	95	50
700	83	47

(3) 함수율별 채종률

자운영의 함수율별 채종률은 표 5와 같이 채종률은 함수율이 14, 13, 12, 10%에서 각각 71, 86, 93, 95%로 수분 함량이 높을수록 채종률은 낮은 것으로 나타났다. 함수율이 높으면 줄기의 절단력이 떨어지고 잘려지지 않은 긴 줄기는 꼬투리를 털리지 않게 하여 줄기와 함께 그대로 배출되기 때문이며 채종 적정 함수율은 10%이하가 좋은 것으로 판단된다.

Table 5. Seed threshing rate by Moisture content

Moisture content of milk vetch (%)	Seed threshing rate(%)	Working performance (kg/hr)
14	71	37
13	86	45
12	93	49
10	95	50

(4) 작업성능 및 탈곡율

작업성능은 표 6과 같이 시작기가 시간당 50kg을 탈곡 정선할 수 있어서 인력의 채종량 2.5kg보다 20배 능률적이었다. 채종률은 관행이 60%인데 비하여 시작기는 95%로 같은 양을 탈곡시 인력보다 1.5배 정도 더 많이 채종할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 6. Working performance and accuracy of prototype

Item	Prototype	Manual
Working performance(kg/hr)	50	2.5
Seed threshing rate(%)	95	60

(5) 경제성 분석

경제성 분석 결과 채종에 소요되는 비용은 표 7과 같이 인력작업이 1kg에 2,038원이 드는데 비하여 시작기는 299.6원으로 85.3%의 경비 절감효과가 있는 것으로 나타났다

Table 7. Cost analysis

Item	Prototype	Manual
Purchasing Price(won)	1,500,000	
Service life(year)	5	
Annual use(hour)	50	
Fixed cost (won/year)	Depreciation 270,000 Repair cost 75,000 Interest 33,000 Subtotal 78,000	
Fixed cost(won/hr)	7,560	
Variable cost (won/hr)	labour cost 7,282.1 Electric cost 137.6 Subtotal 7,419.7	5,094 -
Cost per hour(won/hr)	14,979.7	5,094
Working performance(kg/hr)	50	2.5
Operating cost(won/hr)	299.6	2,038

※ Rate of annual interest : 4%, Rate of annual repair cost : 5%
 Electric cost : 36.7 won/KWh Wages : man 58,257won/days

4. 요약 및 결론

인력에 의존하고 있는 자운영탈곡정선작업을 기계화하기 위하여 투입, 절단, 탈곡, 정선, 배출일관작업형 자운영 탈곡정선기를 개발한 결과는 다음과 같다.

- 가. 자운영 탈곡정선기의 구조는 공급호퍼, 탈곡부, 정선부, 배출부로 구성되어 있으며 전동기로 구동이 되도록 설계, 제작하였다.
- 나. 자운영탈곡기의 급치의 형태는 라스포바 형이, 급동의 회전수별에서는 600rpm 일 때 함수율은 10% 일 때 채종률이 95%로 가장 높은 것으로 나타났다.
- 다. 시작기의 작업성능은 시간당 50kg으로 인력의 2.5kg보다 약 20배의 노력절감이 있는 것으로 나타났으며 채종률 역시 인력의 60%보다 95%로 약 1.5배의 채종을 더할 수 있는 것으로 나타났다.
- 라. 경제성 분석결과 kg당 탈곡 비용이 관행은 2,038원 이었고 시작기가 299.6원으로 85.3% 의 경비절감효과가 있었다.

5. 참고문헌

- 가. 농협중앙회. 1998. 자운영재배로 논외 지력 증진. 농협팜프렛
- 나. 삼서농협, 겨울철 푸른들가구기 운동협회. 1998. 고품질 저공해 농산물 생산
화 사업 추진사례.
- 다. 농협중앙회. 1998. 좋은 농산물과 시비기술
- 라. 호남작물시험장. 1998. 원색 구황식물도감 자운영편
- 마. 고희준외 11명. 1996. 미국종합처리시설. -이론과 실제-
- 바. 정창주 1995. 農業機械學. 收穫機械編
- 사. 박원귀. 1994. 紫雲英栽培 技術. 한국양봉학회지 9권 1호
- 아. 최규홍외1인 1990. 農用作業機械學. 穀物收穫機編
- 자. Graeme R. Quick & Wesley F . Buchele. 1978. The Grain Harvesters.