

타격식 참깨탈곡기 개발

Development of hitting sesamer thresher

박희만* · 정성근* · 홍성기* · 최희석* · 홍현유*

정회원 정회원 정회원 정회원 정회원

H.M. Park*, S.G. Jeong*, S.G. Hong*, H.S. Choi*, H.Y. Hong*

ABSTRACT

Generally, sesame are dried on the field after being harvested in Korea. Since harvesting season is rainy autumn and sesame drying is mainly affected sun and natural wind, it is difficult to dry sesame in time. Moreover, sesame threshing by hand is very laborious work.

Therefore, tractor mounted sesame thresher which threshes sesame bundles fed in upside down and conveyed along threshing bar was developed to mechanize sesame threshing and to reduce labor cost in this research. the thresher was equipped with a threshing bar which beats sesame bundles and a three layer sieve which screens sesame.

The results are summarized as follows ;

1. The sesame thresher was consisted of a hitting-stick, a feeding chain conveyor, a threshing bar, conveyor belt, and the three-layer shaking sieve.
2. In threshing test, prototype thresher showed maximum threshing ratio 98.5%, 98.7% at 14, 17 cpm beating rate respectively.
3. In screening test, prototype sieve showed maximum threshing ratio 97.2% at 12° of inclined angle and 220 cpm of sieve vibrating rate.
4. Prototype showed 98.7% of threshing ratio, 1.3% of threshing loss, 97.0% of screening ratio, 0.7% of screening loss on the rest condition of 15 sesame bundles/min of feeding rate, 14 cpm of beating rate, 220 cpm of sieve vibrating rate.
5. The working performance of prototype was 0.5 hr/10a. It was 9.6 times more efficient than manual work. And, operation cost of prototype was saved by 45.9% compared to manual work.

1. 서 론

참깨는 우리나라의 유지작물 중에서 가장 중요한 자리를 차지하고 있으나 생산량(23,818톤, 2002년)이 적어 소비량의 70%를 수입에 의존하고 있는 실정이다. 국산참깨의 생산량이 적은 것은 수입참깨보다 가격이 월등히 높아 경쟁력이 낮기 때문이다. 국산참깨의 생산비를

=====

* 농업기계화연구소

낮추어 경쟁력을 갖추기 위해 두둑성형, 멀칭, 파종작업 등의 기계화가 이루어지고 있으나 탈곡작업은 탈곡 특성상 어려움이 있어 이루어지지 못하고 있었다. 참깨의 수확기간은 가을 장마시기이므로 건조된 참깨의 신속한 탈곡이 이루어져야 한다. 하지만 현재의 탈곡방법은 막대기 등을 이용한 타격으로 노동집약적인 원시적 수준에 머물러있고, 탈곡후 정선작업은 포장에서 자연바람을 이용하여 실시하므로 날씨의 영향을 크게 받는다. 이러한 참깨 탈곡작업을 신속히 수행하기 위해서는 참깨의 탈곡과 정선작업을 동시에 할 수 있는 이동식 참깨 탈곡기가 필요하다.

따라서 본 연구는 참깨 탈곡과 조선의 생력기계화를 위하여 거꾸로 세워서 공급된 참깨단이 탈곡봉과 사선방향으로 이송되면서 타격탈곡후 3단 요동체에서 정선하여 일관작업이 가능한 트랙터 장착형 참깨탈곡기를 개발하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

(1) 공시재료

농업기계화연구소 시험포장(수원)에서 재배한 단백깨를 시험재료로 사용하였다.

표 1. 공시재료의 물성

초장 (cm)	함수율 (d.b. %)	초당 삭수 (개)	삭당 립수 (개)	종자 크기(mm)			천립중 (g)
				길이	폭	두께	
95~121	16.8	57~64	55~68	2.6~3.6	1.6~2.0	0.7~1.0	2.42

(2) 요인시험장치

(가) 타격식 탈곡요인시험 장치

타격식 탈곡요인시험장치는 이송체인, 탈곡봉과 편심캠, 동력원으로 그림 1와 같이 제작하였으며 제원은 표 2와 같다. 탈곡봉은 힌지를 중심으로 편심캠의 작동에 의한 진자운동을 하며 거꾸로 세워서 투입되는 참깨단을 타격하여 탈곡한다. 이송체인은 참깨단의 상하부가 골고루 타격탈곡되도록 하였위해 탈곡봉과는 사선방향으로 설치되어있다.

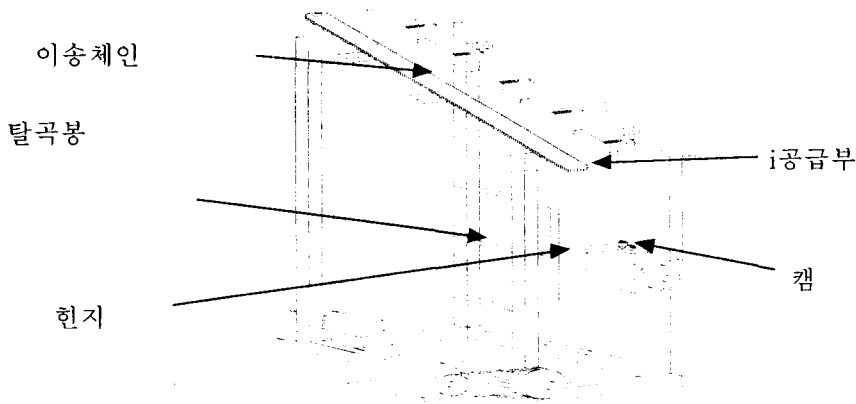


그림 1. 타격식 탈곡요인시험장치 개략도

표 2. 타격식 탈곡요인시험장치 제원

구	분	크	기
이송속도 (m/sec)		0.15	
탈곡봉	개수(개)	3	
	길이(mm)	800	

(나) 정선 요인시험장치

정선요인시험 장치는 그림 2와 같이 정선체와 구동용 모터 요동기구로 구성하였다. 정선체는 요동폭을 30mm, 형상은 타공망 및 그물체으로 눈 크기는 2.1(타공망), 1.8, 1.0mm 이며 요동수 조절이 가능하도록 제작하였다.

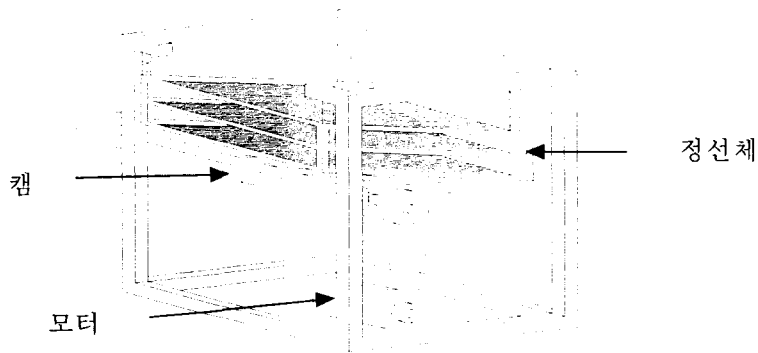


그림 2. 정선요인시험장치 개략도

표 3. 정선요인시험장치 제원

구	분	크	기
형	식	3단	체
진	폭	30	mm
체	눈	크	기
모	터	1.0(1단), 1.8(2단), 2.1(3단)	mm
		180	W

(다) 성능시험장치

타격식 탈곡성능시험장치는 탈곡 및 정선요인시험결과에 따라서 설계제작하였으며 개략도는 그림 3와 같다. 경사컨베이어는 탈곡물을 정선체에 공급하며, 동력원은 트랙터 PTO를 이용하였고, 이동방법은 트랙터 3점링크 장착식으로 하였다.

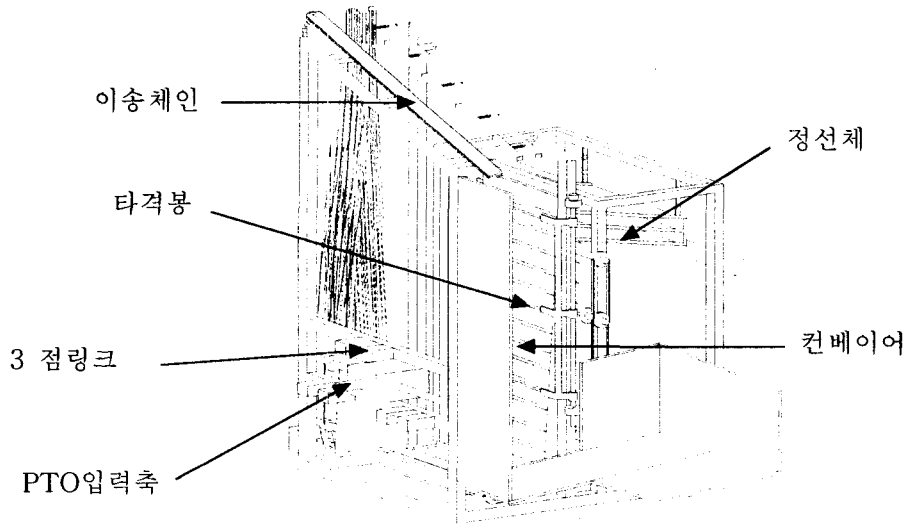


그림 3. 타격식 탈곡성능시험장치

표 4. 타격식 탈곡성능시험장치의 제원

구 분		규 격
이송체인		이송속도 0.15m/sec
탈 곡 봉	봉개수	3(상하 간격 300mm),
	봉길이	800mm
컨베이어		높이 1500mm, 폭, 750mm, 이송속도 0.3m/sec
정 선 체	형 식	3단(1~2단:그물망, 3단:타공망)
	요동폭	30mm
	체눈 크기	1.0(1단), 1.8(2단), 2.1(3단)mm

(3) 시험방법

(가) 탈곡요인시험

타격식 탈곡시험요인은 참깨단 타격수를 4수준(8, 11, 14, 17cpm)으로 하였으며, 처리당 투입 참깨단은 5단씩으로 하였다. 조사내용으로 탈곡률, 미탈곡률, 배출구 손실률을 보았으며, 최소유의차검정(LSD, 5%)을 실시하였다

(나) 정선요인시험

정선시험요인의 원료는 타격식에 의한 탈곡물을 사용하였다. 시험요인은 체의 경사 4수준(8, 10, 12, 14), 요동수 4수준(180, 200, 220, 240)으로 정선율과 미정선 손실률을 살펴 보았다.

(다) 성능시험

성능시험은 요인시험으로 구명된 결과에 따라 제작된 시작기를 이용하였으며 시료의 공급량별로 탈곡·정선일관작업 성능 및 정도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 요인시험 결과

(1) 탈곡요인시험

탈곡요인시험은 참깨단을 거꾸로 세워 투입이동 중에 타격수를 달리하여 실험한 결과 그림 4, 그림 5, 그림 6에서 보는 바와 같이 타격수 8, 11, 14, 17cpm에서 탈곡률은 각각 96.4, 97.9, 98.5, 98.7%로 나타났고, 미탈곡률은 2.9, 1.6, 1.1, 1.0%로 나타났으며, 배출구 손실률은 각각 0.7, 0.5, 0.4, 0.3%로 나타났다. 최소유의차검정(LSD, 5%)결과 탈곡률은 타격수 11, 14, 17cpm에서, 미탈곡률과 배출구 손실률은 타격수 14, 17cpm 유의차가 없는 것으로 나타나 성능시험에서는 타격수 14, 17cpm을 적용하여 실험할 필요가 있는 것으로 판단되었다.

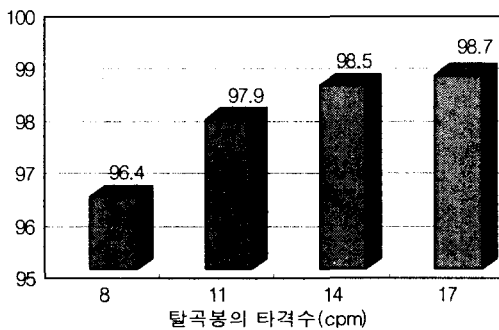


그림 4. 탈곡률의 타격수별 탈곡률

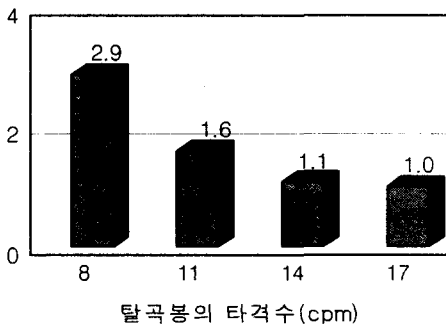


그림 5. 탈곡률의 타격수별 미탈곡률

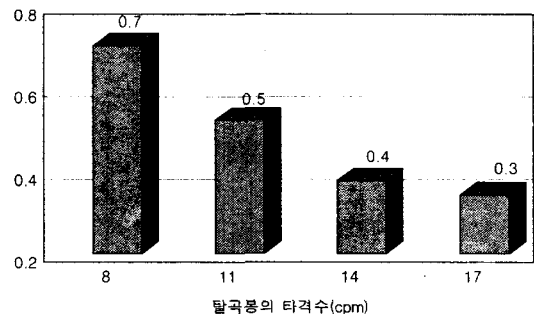


그림 6. 탈곡률의 타격수별 배출구 손실률

(2) 정선요인시험

가) 정선률(요동수별, 경사각별)

정선요인을 구명하기 위해 3단 요동체로 경사도 4수준(8, 10, 12, 14°), 요동수 4수준(180, 200, 220, 240cpm)으로 정선율을 시험한 결과 그림 7에 나타내었다. 정선률은 정선체의 경사도 12°에서 요동수별로 각각 95.4, 96.4, 97.2, 96.5이었으며, 요동수 220cpm일

때 경사도별로는 95.1, 96.5, 97.2, 96.1으로 나타나 경사 12°, 요동수 220cpm일 때 가장 양호한 것으로 판단되었다.

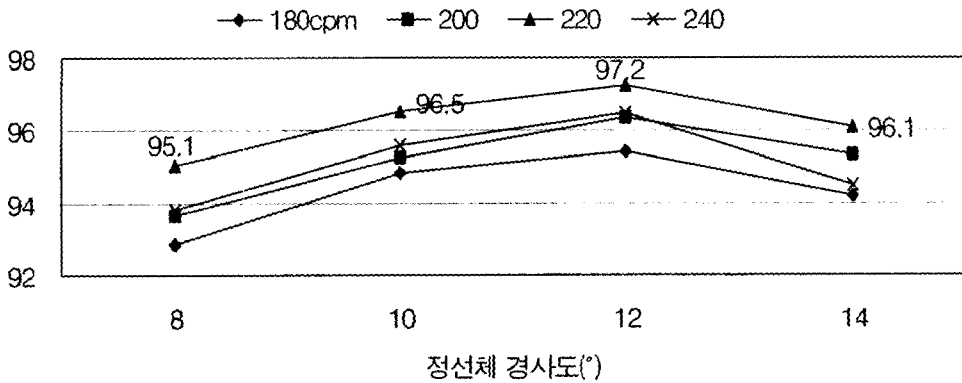


그림 7. 정선체 경사각별에 따른 요동수별 정선율

나) 미정선 손실률(요동수별, 경사각별)

정선시 참깨가 이물질에 섞여 배출손실되는 정도를 정선체의 경사도 4수준(180, 200, 220, 240cpm), 요동수 4수준(8, 10, 12, 14°)으로 실험한 결과가 그림 8에 보는 바와 같다. 미정선 손실률은 정선체의 경사도 12°에서 요동수별로 각각 1.1, 0.8, 0.6, 0.9%로 나타났고, 요동수 220cpm일 때 경사도별로는 1.1, 0.7, 0.6, 0.9%로 나타나 미정선 손실률은 경사 12°, 요동수 220cpm이 가장 양호한 것으로 판단되었다

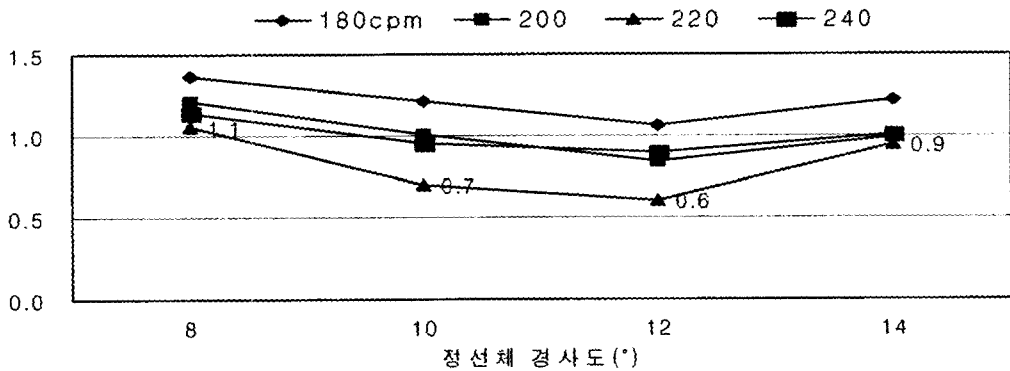


그림 8. 정선체 경사각별에 따른 요동수별 미정선 손실률

(2) 성능시험

성능시험은 탈곡 정선 요인구명 시험 결과에 준하여 설계제작한 시작기로 요인시험결과 유의차가 없었던 탈곡부의 타격수별과 참깨단의 공급량별로 시험을 하였다. 시험결과 표 5에 보는 바와 같이 타격수 (14, 17cpm)별 탈곡률은 98.7, 98.8, 탈곡부 손실률은 1.3, 1.2%, 정선율은 97.0, 96.2%, 미정선 손실률은 0.7, 1.1%이므로 나타났으며, 유의성 검정(LSD,

0.5%) 결과 탈곡률, 탈곡부 손실률, 정선율은 유의차가 없었지만 미정선 손실률은 유의차가 있어 시작기에서 타격수는 14cpm이 좋은 것으로 판단되었다. 이는 탈곡부의 타격수가 낮아 참깨대가 적게 부스러져 정선에 유리하기 때문인 것으로 생각되었다.

표 5. 타격수별 작업정도

타격수 (cpm)	탈곡률 (%)	탈곡부 손실률 (%)	정선율 (%)	미정선손실률 (%)
14	98.7	1.3	97.0	0.7
17	98.8	1.2	96.2	1.1

※ 이송속도 0.15m/sec, 정선체 경사도 12°, 요동수 220cpm

공급량별 성능시험은 타격수를 14cpm으로 고정하고 공급량 10, 15, 20단/min으로 실시한 결과 표 6와 같으며, 이를 최소유의차검정(LSD: 0.5%)한 결과 탈곡률은 공급량 15단/min이, 탈곡부 손실률은 공급량 15, 10단/min이, 미정선 손실률은 공급량 20, 15단/min이 유의차가 있게 좋은 것으로 나타나 종합적으로 고려한 최적의 공급량은 15단/min이 가장 좋은 것으로 판단되었다. 이는 일정한 타격수 및 이송속도에서 참깨단의 공급량이 많고 적음에 따라 탈곡중에 있는 참깨단의 수가 변하므로 1개의 참깨단이 분담하는 탈곡부의 타격력에 차이가 있기 때문인 것으로 생각되었다.

작업성능은 시작기 0.5hr/10a, 인력 4.8hr/10a으로 나타났으며, 소요경비는 시작기 17,471원/10a, 인력 32,290원/10a로 경비절감효과가 45.9% 있는 것으로 나타났다.

표 6. 공급속도별 작업성능

공급량 (단/min)	탈곡률 (%)	탈곡부 손실률 (%)	정선율 (%)	미정선손실률 (%)
10	98.2	1.6	96.2	1.0
15	98.7	1.3	97.0	0.7
20	97.6	2.2	97.1	0.6

※이송속도 : 0.15m/sec, 타격수 14cpm

표 7. 작업성능 및 경제성

Item	작업성능(hr/10a)	경제성(won/10a)
Convention	4.8	32,290
	(100)	(100)
Prototype	0.5	17,471
	(10.4)	(54.1)

4. 적 요

참깨탈곡의 생력기계화를 위해 일관작업이 가능한 참깨탈곡기를 개발하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다..

가. 타격식 탈곡요인시험 결과 타격수 14, 17cpm에서 탈곡률은 98.5, 98.7%, 미탈곡률은 1.1, 1.0%, 배출구 손실률은 0.4, 0.3%로 가장 양호하게 나타났다

나. 타격식 탈곡물의 정선요인시험결과 경사 12° , 요동수 220cpm일 때 탈곡률과 미정선 손실률이 각각 97.2%와 0.6%로 가장 양호하게 나타났다.

다. 타격식 탈곡부와 정선부를 조합한 시작기의 성능시험결과 공급량 15단/min, 타격수 14cpm, 정선체 요동수 220cpm에서 탈곡률은 98.7%, 탈곡부 손실률은 1.3%, 정선율은 97.0%, 미정선 손실률 0.7%로 나타났다.

라. 시작기는 10a당 작업성능이 0.5시간으로 인력 4.8시간에 비해 9.6배 능률적이고 소요경비가 17,471원으로 인력 32,290원에 비해 45.9% 절감되는 것으로 나타났다

5. 인용문헌

- 고학균 외 6인. 1993. 농산가공기계학. 향문사. 97~126
- 김석현. 1998. 참깨재배 생산비절감을 위한 생력기계화 및 종자전처리 기술개발. 농림부
- 농림부. 2001. 농업통계연보.
- 농업기계화연구소. 1995. 농사시험연구사업보고서. 235~243
- 이선호. 1998. 참깨탈곡기 개발에 관한 기초연구
- 정창주 외 1. 1997. 농작업기계학원론. 서울대학교출판부. 287~313
- 정창주. 1992. 농작업기계의 분석과 설계. 서울대학교출판부. 187~269
- 庄司英信. 1978. 農業機械學概論. 301~320