

참깨탈립기 개발

Development of Sesame thresher

이선호* 조남홍* 홍중태* 이원옥* 최희석* 강철환**
정회원 정회원 정회원 정회원 정회원

S.H. Lee N.H. Cho J.T. Hong W.O. Lee H.S. Choi C.H. Kang

1. 서론

참깨는 양념류(조미식품)의 하나로 기호성이 매우 높은 유지작물이다. 국민소득수준의 향상과 더불어 연간 1인당 국민소비량은 점차 늘어나고 있는 반면 재배면적은 '87년을 기점으로 '94년 말 기준하여 급격한 감소추세를 보이고 있다. WTO 체제하에서 참깨경쟁력 확보를 위해서는 우리풍토에 알맞은 기계화적응성 품종 육성과 더불어 전작업 공정의 기계화에 의한 노력절감과 생산비 절감만이 참깨를 활성화할 수 있는 길이라 생각된다. 비교열위작목인 참깨의 생산비는 7,164 원/kg으로 경쟁국인 미국과 중국에 비해 각각 15.5배, 24배가 높은 실정이며 노동투하량 역시 125.5시간/10a로 25배 수준이나 무피복 평지기계화 재배가 일반화된 미국에 비해서는 30배의 노동력이 투하되고 있어 참깨재배확대와 생산비 절감을 위하여 총노동투하시간의 25%로 노력이 많이 드는 수확 및 수확후 생력기계화 기술개발이 절실히 요구된다. 이중 수확후 처리기술인 참깨탈립, 정선작업은 건조후 2~3회 탈립하여 헝겍물을 제거해야 하므로 번거롭고 고역작업이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 참깨탈립, 정선작업의 생력기계화를 위해 인력공급 자동이송 탈립, 정선 일관작업형으로 진동타격식 탈립과 3단요동체 정선방식을 채택한 참깨탈립기를 개발하였다.

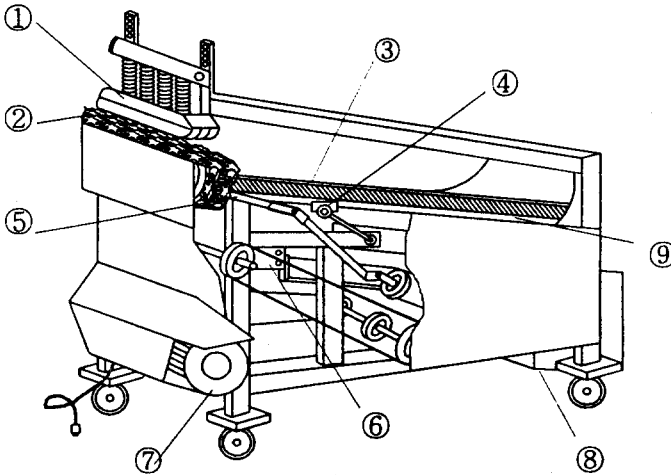
2. 재료 및 방법

가. 시작기 제작

참깨탈립기의 주요 구조는 공급대, 이송간격조절형 안내가이드, 이송컨베이어, 크랭크아암+링크식 상하진동장치, 3단요동체 정선장치, 배출대, 종실회수구등으로 구성되어 있다. 각 부위별로 구조 및 기능을 살펴보면 먼저 공급대 및 배출대는 착탈식으로 되어 있어 작업시 참깨단 공급 및 배출작업을 원활하게하고 작업이외에는 기체의 크기를 줄여 이동 및 보관시 용이하다. 간격조절형 안내가이드는 참깨단 이송시 단크기별로 간격을 조절하도록 되어 있으며 단조절이 끝나면 체인이송컨베이어로 안내가이드와 함께 참깨단을 이송시키도록 되어 있다. 탈립은 탈립메카니즘에 있어 초년도에는 슬라이딩 부싱에 의한 상하 진동방식을 채택하였는데 이 방식은 점차 가진될수록 슬라이딩축의 균형이 맞지않아 부상마찰에 의한 축마모를 가져왔으며 이에 따라 기타 작동부위에 무리를 가져왔다. 이러한 요인시험장치의 문제점을 토대로 수정된 탈립방식은 링크와 크랭크아암이 조합된 진동장치로 크랭크아암의 진폭만큼 4개의 링크가 상하로 반복 작동하여 탈립을 진행하며 탈립장치에서 탈립되어진 꼬투리 및 종실등을 3단요동체 정선장치의 요동캠의 요동에 의해 참깨잎 및 꼬투리등은 3번체를 통해 기체밖으로 배출되며 여기서 걸러진 종실 및 먼지등은 1,2번체에서 정선되어 종실 및 일부 먼지(참깨 종실크기와 같은 이물질)는 종실회수구를 통해 회

* 농촌진흥청 농업기계화연구소 ** 농촌진흥청 작물시험장

수되고 미세한 먼지는 1번체를 통과하여 지면아래로 배출되도록 구성하였다. 동력원은 220V 단상 3.2Ps 모터를 사용하였고 크랭크아암의 진동밸런스를 고려하여 축에 커플링을 장착 원활한 탈립을 유도하였다.



- ① Guide ② Chain conveyer ③ Supply plate
- ④ Link& crank arm ⑤ Conveying shaft
- ⑥ Three step cleaning screen ⑦ motor
- ⑧ Seeds hole ⑨ Discharge plate

Fig 1. Schematic diagram of sesame thresher

<Table 1> Specification of sesame thresher

구 분		규 격	
본 체	크기 (길이×폭×높이 mm)	1,700×1,070×1,100	
	무 게(kg)	180	
탈립부	진동방식	크랭크아암+링크식	
	상하진동판 크기 및 경사각	860×1,200mm, 12°	
	진동폭(mm)	100	
	진동수(cpm)	185	
정선부	정선체눈금 (mm)	1번체	0.60(16mesh)
		2번체	1.83(10mesh)
		3번체	φ 3.4
정선체 분당 요동수 (cpm)		300	
이송부	이송방식	체인컨베이어	
	참깨단 간격조절범위(cm)	5~10	

나. 공시재료

참깨탈립기의 요인 및 성능시험에 사용한 공시재료는 크게 초형에 있어 분지형과 소분지형으로 나누어 물성을 조사한 결과 다음 표 2와 같다.

<Table 2> Characteristic of sesame

품 종	초 형	초장(cm)	종자크기(mm)			천립중(g)
			길이	폭	두께	
수 원	소분지형	155~185	2.80~3.55	1.70~1.95	0.70~0.90	2.77
진 백	"	135~170	2.70~2.05	1.60~2.05	0.65~1.00	2.60
안 산	분지형	165~190	2.85~3.10	1.75~2.00	0.70~0.90	2.83

품 종	크기별 꼬투리 갯수(개/단)				꼬투리 크기별 종실갯수(개)		
	대	중	소	계	대	중	소
수 원	95	2012	203	2310	96	82	60
진 백	123	1965	195	2283	98	86	59
안 산	89	1992	272	2353	97	83	62

품종간 수확후 탈립조건을 구명하기 위하여 1, 7, 15일 기준으로 수분함수율을 조사한 결과 그림 2에서 보는 바와 같이 거의 일정한 추이의 건조함수율을 보였다.

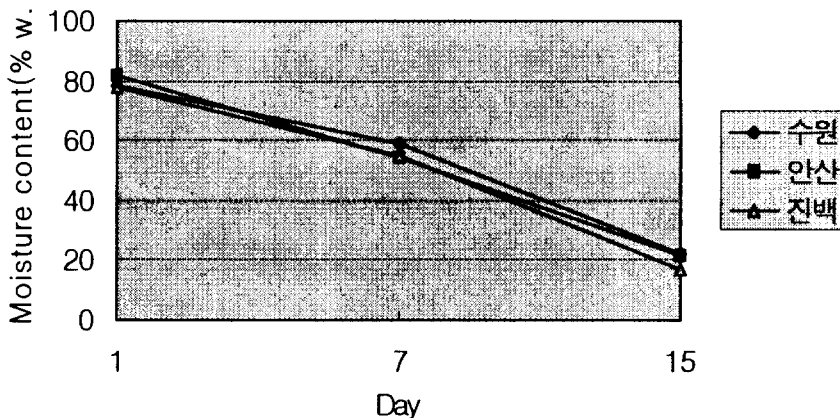


Fig 2. Moisture content after harvest

다. 시험방법

적정 탈립,정선조건을 구명하기 위하여 탈립메카니즘별, 탈립진동수별 3수준(165, 185, 205cpm), 요동체 각도 4수준(8, 10, 12, 14°) 및 요동수별 3수준(280, 300, 320cpm)에서 탈립 및

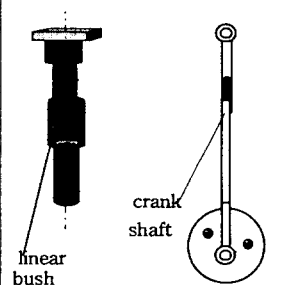
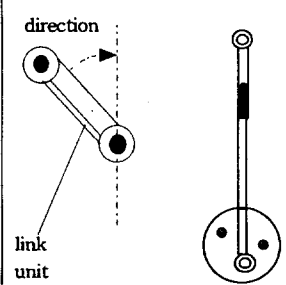
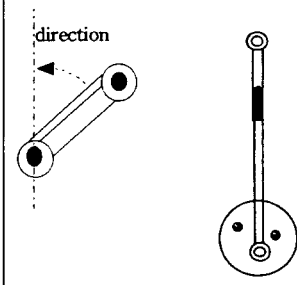
정선정도를 조사하였고 작업능률은 적정탈립,정선조건시험에서 얻어진 적정 탈립진동수 185cpm과 정선요동수 300cpm으로 참깨탈립작업소요시간 및 탈립정선정도를 측정하였다. 탈립정도는 진동탈립장치를 거쳐 3번구(꼬투리베출구)로 빠 지나간 종실과 탈립작업을 참깨단에 남아 있는 종실을 합한 것을 미탈립률로 보고 미탈립종실무게와 탈립종실무게를 백분율로 나타냈으며 정선정도는 탈립된 종실무게에 섞여 있는 이물질 비율로써 나타냈다.

3. 결과 및 고찰

가. 탈립 메카니즘별 요인시험

적정탈립방식을 구명하기 위하여 표3과 같이 강제진동을 발생시키는 진폭을 가진 크랭크축과 상하 직선리니어축을 조합한 A형(상하직선진동식), B1형(우링크식), B2형(좌링크식)으로 제작하여 진동탈립시험을 한 결과 A형에서는 탈립가진시간이 경과할수록 정선상태는 어느정도 양호하나 리니어축의 균형이 조금씩 어긋나면서 축의 마모 및 기타 용접부위에 무리를 가져와 탈립메카니즘으로는 적용이 어려운 것으로 판단되었다. A형에서 도출된 문제점을 토대로 제작한 B1형에서는 크랭크축의 진폭만큼 링크가 우측으로 작동하여 이루어지는 방식으로 메카니즘상에는 문제가 없었으나 탈립작용이 미약한바 이는 참깨단과 진동탈립방향이 서로 같아 나타난 결과로 판단되어 B2형으로 보완제작하였다. 그 결과 작동상에 무리가 없었으며 탈립상태에 있어서도 양호한 결과를 나타내어 시작기 제작에 활용했다.

<Table 3> Type of thresh mechanism

Classification			
Type	Linear	Right link	Left link
Remarque	linear direction	link action direction is right	link action direction is left

나. 요동체 각도 및 요동수별 정선정도

적정 요동체 각도 및 정선요동수를 구명하기 위하여 요동체 각도 4수준과 정선요동수 3수준으로 하여 요인시험을 한 결과 그림 3과 같이 요동체 각도 12° 와 정선요동수 300cpm에서 가장 양호한 정선정도를 보였다.

다. 품종 및 탈립진동수별 탈립정선정도

적정 탈립진동수를 구명하기 위하여 참깨품종 3품종(수원,진백,안산) 및 진동수 3수준에서 탈립,정선정도를 시험한 결과 그림 4. 5에서와 같이 품종에 있어서는 수원개가 탈립률에서, 진백개가 정선률에서 가장 양호했으며, 탈립진동수는 185cpm에서 탈립 및 정선정도가 양호한 것

로 나타났다.

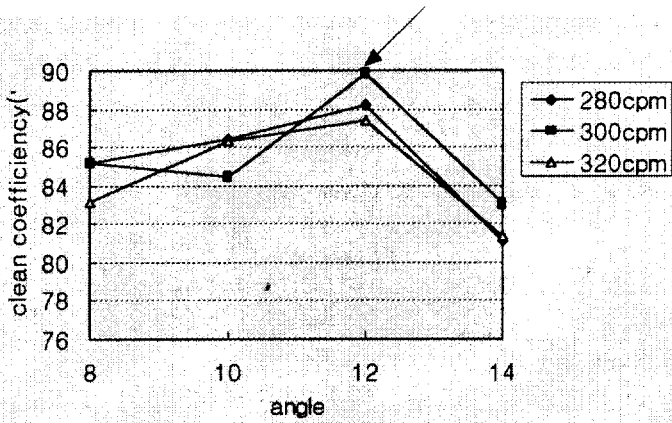


Fig. 3. clean efficiency at different circulation

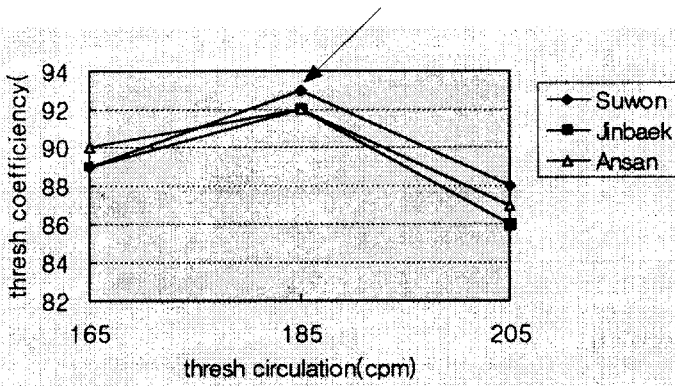


Fig. 4. Thresh efficiency at vairy & circulation

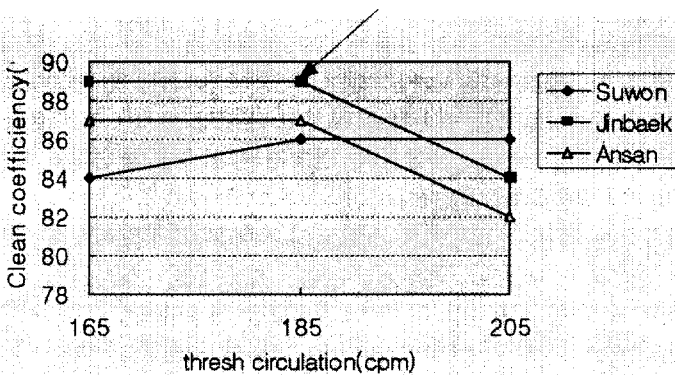


Fig. 4. Clean efficiency at vairy & circulation

라. 참깨탈립성능

시작기를 제작하여 공시품종을 진백개로 하고 탈립진동수를 185cpm, 정선요동수를 300cpm으로 하여 관행(인력)과 비교시험한 결과 표 4에서와 같이 작업능률에 있어 시작기가 1.2시간/10a으로 인력 12시간/10a에 비해 10배 능률적인 것으로 나타났고 탈립 및 정선정도도 탈립률 92.5%, 정선률 89.4~93.8%로 탈립후 인력에서 막대등으로 탈립한 후 키나 체등로 정선하는 것을 고려할 때 양호한 것으로 나타났다.

< Table 4 > Working performance and thresh & clean coefficiency

Classification		Prototype	Conventional methods (Manual)
Working performance(hr/10a)		1.2	12
T & C measure	Thresh rate(%)	92.5	-
	clean rate(%)	89.4~93.8	-

마. 경제성

참깨 10a를 탈립하는데 소요되는 경비는 표 5에서와 같이 시작기가 11,572원으로 인력 49,860원으로 약 77%의 경비절감효과가 있었다.

< Table 5 > Economic analysis

Items	Prototype	Conventional methods (Manual)
Working efficiency(kg/hr)	56.7	4.7
Cost requiment (won/10a)	11,572	49,860

4. 결론 및 요약

참깨 탈립작업의 생력기계화를 위하여 자동이송 타립, 정선 일관작업형으로써 탈립방식은 크랭크아암+링크에 의한 상하진동타격식으로 하고 요동캠+3단 요동체에 의한 정선 및 간격조절형 가이드와 피드체인을 이용하여 참깨단을 이송하게끔 하며, 착탈식 공급대 및 배출대로서 참깨단 공급 및 배출이 가능한 농가형 참깨탈립기를 개발하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 공시작물은 참깨(3품종:수원,진백,안산)로 하였으며, 건조경과 이수별 함수율을 조사한 결과 3품종 모두 일정한 추이의 건조함수율을 보였다.
2. 요동체 각도별 요인시험결과 경사각 12°에서 정선률이 90%로 가장양호하게 나타났으며 이물 걸비율도 대체로 적은 것으로 나타났다.
3. 적정탈립,정선작업조건을 구명하기 위하여 요인시험한 결과 탈립진동수 185cpm와 정선요동수 300cpm일때 탈립률(92.5%), 정선률(86~94%)이 가장 양호한 결과로 나타나 적정 탈립진동수 및 정선요동수는 185cpm, 300cpm으로 판단되었다.
4. 참깨탈립성능시험결과 시작기가 약 1.2시간/10a으로 인력 12시간/10a에 비해 10배 능률적이었고 탈립 및 정선정도도 양호한 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 이선희외 5인 1994년. 참깨탈립기 개발. 농업기계화연구소
2. 이선희외 5인 1995년. 참깨탈립기 개발. 농업기계화연구소
3. 農村振興廳 1995년. 作木別 作業段階別 勞動力 投下時間 P 58
4. 農村振興廳 1995년. 農業科學技術의 世界化를 위한 作木別 技術對應方案