

느타리버섯 다발재배용 벚짚수집 압축·절단기 개발

Development of rice straw gathering-cum-bundle making machine for oyster mushroom growers

최광재* 오권영* 유병기* 이성현* 박환중*

정회원 정회원 정회원 정회원 정회원

K.J. Choe, K.Y. Oh, B.K. Ryu, S.H. Lee and H.J. Park

1. 서언

벚짚은 우리 나라 농촌 어느 곳에서나 구하기 쉽고 가격도 저렴하여 현재에도 느타리버섯 재배용 배지재료로 널리 사용된다. 벚짚을 배지재료로 이용하기 위해서는 벚짚을 논에서 수집해야 하고 벚단을 추려서 묶고 절단하는 작업에 대단히 노동력이 많이 소요된다. 또한 벚짚을 자작 논에서 직접 수집할 경우 재료 구입비용이 무료이므로 버섯재배 농가에게는 생산비를 절약할 수 있고 폐면의 해외수입에 따른 외화를 절감할 수 있다.

본 연구는 지금까지 느타리버섯 재배용 벚짚을 인력으로 수집 결속하여 작업노력이 과중한 벚짚의 수집 결속작업을 벚 수확한 논에서 자주식으로 수행하며 벚짚을 수집, 압축, 절단하는 벚짚수집 압축·절단기를 개발하여 농산 부존자원의 활용도를 높이고 버섯재배 농가의 소득향상에 기여하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시작기 설계

벼를 수확한 논에서 느타리버섯 다발재배용으로 이용할 마른 벚짚을 가지런히 수집하면서 연속작업으로 벚짚을 압축, 절단할 수 있는 기종으로 설계하였다. 주행장치는 무한궤도형 주행장치로 설계하였으며, 벚짚 수집은 핑거-롤에 의해 지면의 벚짚을 걷어지게 하였으며, 수집된 벚짚은 벨트콘베이어로 압축실로 반송되도록 하였다.

이송된 벚짚은 압축실 위에 설치된 계량판 위로 모여지며 벚짚이 15~20kg 정도의 무게를 전자저울이 계량하여 압축실로 낙하되게 하였고 압축실로 투입된 벚짚은 가로방향 수평압축 유압실린더에 의해 벚짚이 압축된다. 가로방향 압축행정이 끝나면 세로방향의 압축 실린더에 의해 압축된 벚짚이 세로방향으로 배출되면서 벚짚의 절단 회망길이 18cm 내외로 유압실린더가 전진 이동할 때 18cm 마다 세로방향 배출작동을 일단 정지한다.

유압실린더에 의해 벚짚 절단칼날을 하강시켜 배출되는 벚짚을 절단되도록 하였고 다음 동작으로 세로방향 압축실린더가 작동되면 절단된 벚짚이 밖으로 밀려나오도록 하였다. 절단된 벚짚이 배출구로 밀려나오면 배출구에서 플라스틱 밴드로 배출되는 압축 절단된 벚짚에 삽입하여 벚짚다발이 형성되도록 설계하였다. 벚짚의 수집, 반송, 계량판 개폐, 압축실린더 작동, 배출실린더 전후진, 절단실린더 등 벚짚 처리장치는 유압동력으로 작동된다.

* 농업기계화연구소 생물생산기계과

† 본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 연구비지원에 의해 수행되었음

나. 시험방법

시작기의 벚짚 수집, 압축절단 작업 1차 시험은 농업기계화연구소 구내에서, 본 시험은 2002. 10월 수원시 임북동 시험포장에서 콤바인으로 벼수확 후 논에서 갈아 말린 벚짚을 공시하였다.

주행속도는 1300~2100rpm범위의 엔진회전수에 따른 주행속도를, 벚짚계량판 개폐속도는 압축실 뒷개의 행정을 여닫는 시간으로, 벚짚 압축속도는 가로방향 압축실린더 행정을 여닫는 시간으로 각각 측정하여 나타내었다.

압축벚짚 배출속도는 세로방향 압축실린더의 행정을 압출실린더 전·후진시간으로, 절단속도는 벚짚 절단 날의 행정을 벚짚절단 유압실린더의 상승 및 하강시간으로, 작업능률은 콤바인 수확후 건조된 벚짚을 포장에서 수집, 압축 절단한 벚짚 무게를 작업시간으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 시작기 제작

1) 구조



그림 1. 시작기 구조

2) 제 원

표 1. 시작기 제원

	구 분	제 원
본체	형식 크기(L×W×H, mm)	무한궤도 자주식 4,100×2,500×2,300
벚짚수집이송장치	픽업방식 수집작업폭(mm) 벨트콘베이어크기(L×W, mm)	팽거-롤식 1,250 7,400×1,200
벚짚압축장치	계량판행정(mm) 압축실크기(L×W×H, mm) 압축실린더행정(mm)	1,400 1,400×1,400×250 1,400
벚짚압축절단장치	압축실린더행정(mm) 압축실크기(L×W×H, mm) 절단 칼 행정(mm) 절단길이 조절방식 벚짚다발 결속방식	1,400 1,400×230×250 500 리미트스위치 접촉 압축벚짚다발 끈 끼움

논에서 주행하며 작업할 수 있도록 무한궤도형 주행장치로서 새시와 주행장치, 고무궤도가 장착된 4조 콤바인(HL5050) 기성제품을 사용하였다. 벚지 처리장치의 구동동력은 엔진으로부터 동력 취출하여 유압펌프를 장착하고 전유압동력 제어시스템을 구성하였다.

유압동력 취출 및 동력전달장치는 엔진에서 V-벨트로 전달된 동력으로 유압펌프를 작동시켜 벚지수집장치의 유압모터를 구동하며 벚지압축장치와 벚지절단장치에 유압실린더를 작동하는 유압동력을 전달한다. 압축실의 폭은 벚지길이를 고려하여 140cm로 되어있고, 1회 압축 절단하는 다발의 단면이 23×25cm이고 이 같은 단면으로 고밀도 압축한 벚지 중량은 18~20kg 수준이다.

나. 시작기 작업성능

1) 시작기 주행

콤바인으로 벼 수확 후 지면에 깔아말린 건조 벚지을 자주식으로 수집할 수 있도록 벚지수집폭 1.2m의 픽업장치를 구비하고 논에서 작업에 적합한 무한궤도 주행장치를 채용하였다.

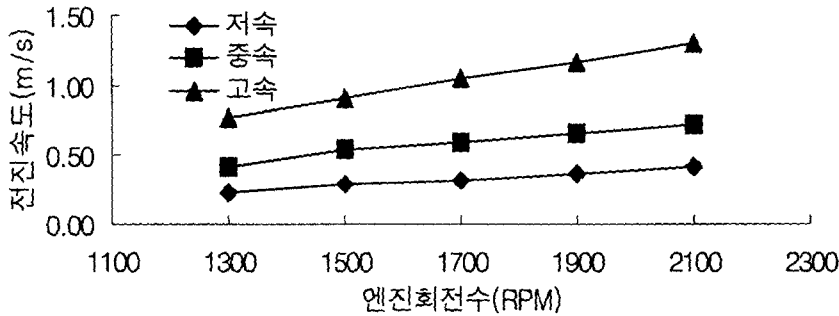


그림 2. 전진주행속도

주행속도는 엔진 회전수가 높아짐에 따라 빨라지므로 일반적으로 사용되는 엔진의 회전수 1,300~2,100rpm 범위에서 전 후진 작업속도를 측정하였다. 작업속도는 전진속도 0.25~1.3m/s 범위에서, 후진속도 0.25~1.5m/s 범위에서 작업할 수 있었다.

본 시작기는 콤바인의 후진기어를 전진기어로 이용하고 있어 후진속도가 전진속도에 비해 빠르며 포장작업조건에 따라 주행속도를 조절하여 운전할 수 있다.

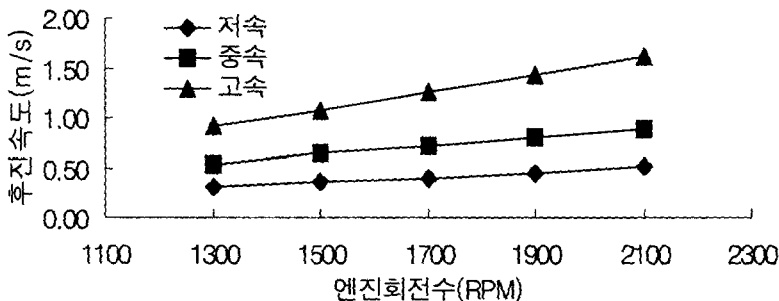


그림 3. 후진주행속도

2) 벚짚의 벨트콘베이어 이송

픽업장치에 의해 지면의 벚짚을 수집하여 벚짚공급 벨트콘베이어가 짚을 이송할 때의 속도는 유량조절밸브의 열림정도와 엔진의 회전속도에 따라 변화되었으며, 벚짚을 반송할 수 있는 이송속도의 조절범위는 저속 0.62m/s로부터 최고 1.62m/s까지 가능하였다. 대체로 지면의 벚짚을 반송하기에 적합한 벨트콘베이어의 이송속도는 0.95m/s 수준인 것으로 생각된다.

표 2. 벚짚공급 벨트콘베이어의 이송속도(m/s)

저속	중속	고속	최고속
0.62	0.95	1.28	1.62

3) 벚짚 압축실 덮개의 개폐

벚짚 계량을 위한 벚짚압축실 덮개의 작동속도는 여는 속도 0.27~0.32m/s, 닫는 속도 0.33~0.52m/s 범위이었으나, 기계의 진동 등을 고려한 적정 작업속도는 여는 속도 0.3m/s, 닫는 속도 0.4m/s수준인 것으로 관찰되었으며, 1회 압축결속하는 벚짚의 중량 18~20kg수준일 때 벚짚의 가로방향 압축속도는 0.13~0.16m/s범위이고, 후진속도는 0.17~0.25m/s 범위이었으며, 기계 작동상태를 고려한 적정 압축 및 후진속도는 각각 0.15m/s, 0.23m/s로 판단된다.

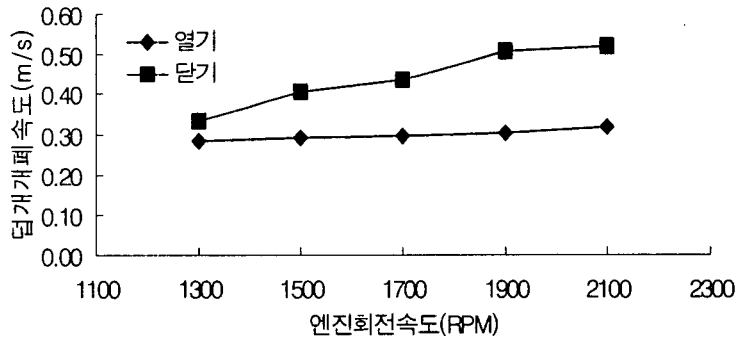


그림 4. 압축실덮개 개폐속도

4) 벚짚의 압축

벚짚 압축행정 초기에는 가볍게 작동되나 압축후기에는 벚짚이 받는 압축이 증가하므로 기계작동이 다소 무거워지는 특징이 있다.

압축실린더의 압축속도는 엔진회전수가 1,300rpm일 때 0.13m/s이었으며 2,100rpm일 때는 0.16m/s로 증가하였다. 압축실린더의 후진속도는 엔진회전수가 1,300rpm일 때 0.17m/s이었으며 2,100rpm일 때는 0.25m/s로 압축 행정의 속도에 비해 빨라지는 경향이였다. 기계 작동상태로 볼 때 수평압축 유압실린더의 압축속도는 0.15m/s, 후진속도는 0.23m/s 수준이 적당한 것으로 생각된다.

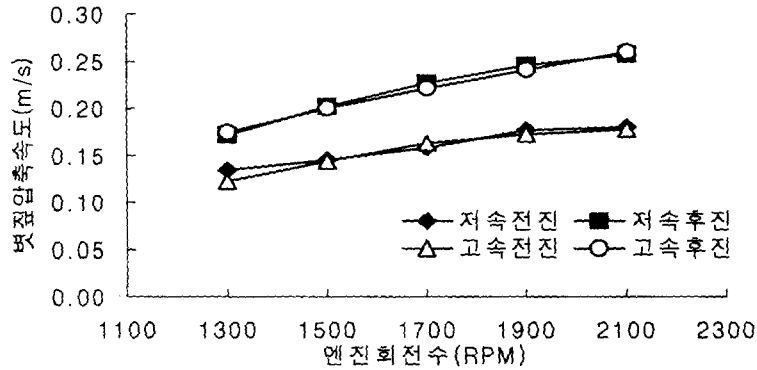


그림 5. 압축실린더 작동속도

5) 압축벧짚의 압출

압출실린더의 길이방향 압출동작은 벧짚의 수직절단작업과 연계된다. 벧짚 압출행정 초기에는 다소 무겁게 작동되나 압축후기에는 벧짚의 마찰력이 점차로 감소되므로 기계작동이 가벼워진다. 그러므로 압축실린더의 작동속도는 압출행정에서 느리며 후진행정에서는 빠르게 작동된다.

압출실린더의 압출속도는 엔진회전수가 1,300rpm일 때 0.17m/s이었으며 2,100rpm일 때는 0.22m/s로 다소 증가하였다. 작업능률과 작업의 정속성 등을 고려할 때 길이방향 압출 유압실린더의 압출속도는 0.2m/s, 후진속도는 0.3m/s 수준이 적당한 것으로 보인다.

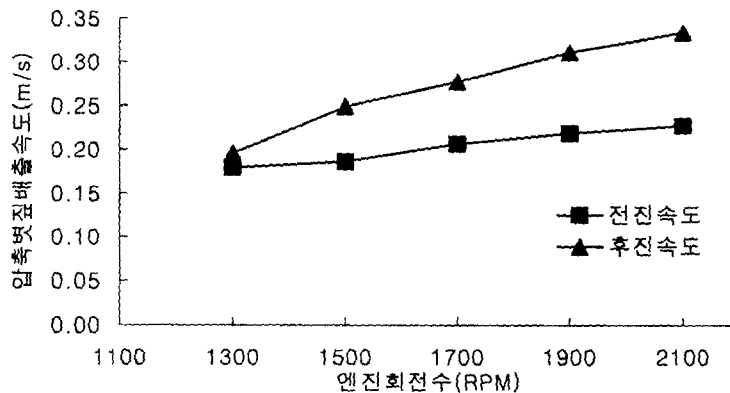


그림 6. 압출실린더 작업속도

6) 벧짚의 절단

벧짚절단을 위한 칼날의 하강행정은 기계가 부하를 받으므로 속도가 늦고 상승행정은 기계가 부하를 받지 않으므로 빠르게 작동한다.

벧짚절단 칼날의 절단 하강속도는 엔진회전수가 1,300rpm일 때 0.23m/s이었으며 2,100rpm일 때는 0.38m/s로 증가하였다. 작업능률과 작업의 정속성 등을 고려할 때 길이방향 압출 유압실린더의 절단속도는 0.3m/s 수준, 후진속도는 0.4/s 수준이 적당한 것으로 보인다.

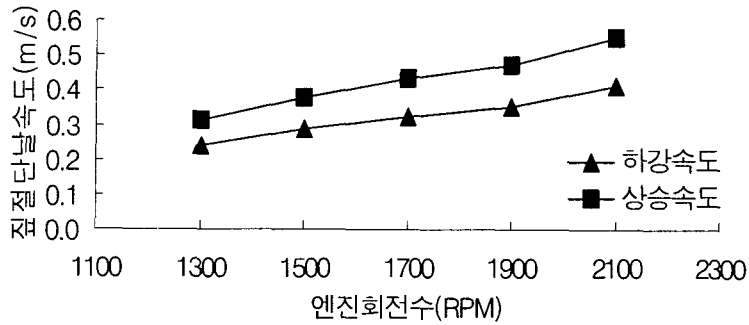


그림 7. 절단칼날승하강속도

7) 벗짚절단작업성능

수평 압축된 벗짚은 세로압출 유압실린더에 의해 배출되면서 설정된 일정 길이마다 벗짚 절단을 위해 상승, 하강하는 절단칼날에 의해 벗짚이 절단된다.

이와 같은 15~20kg의 벗짚을 제조하기 위한 벗짚절단 적정 작업속도에 의한 연속 작업 공정 한 사이클의 소요시간은 2.2분이며, 1시간당 27.2회 작동되어 1회 평균 18kg의 벗짚이 다발로 압축·결속 처리될 때 시간당 작업성능은 489kg로 나타났다.

표4-3 벗짚절단 작업성능

표 3. 벗짚절단작업능률

시스템 1사이클 소요시간(분/cycle)	시간당 처리cycle 횟수(회/cycle)	시간당 작업성능 (kg/시간)
2.2	27.2	489



그림 8. 압출벗짚의 끈삼입 결속



그림 9. 압축·절단, 결속된 벗짚다발

4. 요약 및 결론

1. 콤바인으로 벗 수확 후 잘라말린 건조 벗짚을 자주식으로 수집할 수 있도록 벗짚수집 폭 1.2m의 픽업장치를 구비한 무한궤도 주행장치의 시작기의 작업속도는 전진속도 0.25~

- 1.3m/s, 후진속도 0.25~1.5m/s 로 작업할 수 있었다. 지면에서 수집된 벚짚을 벚짚 압축 실로 반송하기 위한 벚짚반송 벨트콘베이어 이송속도는 0.62~1.62m/s 범위이었으며 적정 이송속도는 0.9m/s 수준으로 판단된다.
2. 벚짚 계량 압축실 덮개의 작동은 기계진동 등을 고려한 적정작업속도는 여는 속도 0.3m/s, 닫는 속도 0.4m/s수준이었으며, 1회 압축 결속하는 벚짚의 중량 18~20kg수준 일 때 기계 작동상태를 고려한 적정 압축 및 후진속도는 각각 0.15m/s, 0.23m/s로 판단된다.
 3. 세로방향 압축과 동시 절단작업공정을 고려한 적정 압축벚짚의 압출속도는 0.2m/s, 후진속도 0.3m/s수준으로 관찰되었으며 작업의 정숙성과 절단칼의 절단부하를 고려한 적정 절단속도는 0.3m/s 수준으로 판단된다. 적정 작업속도에 의한 연속작업공정 한 사이클에 2.2분 소요되며, 시간당 벚짚의 수집 및 압축절단 작업성능은 489kg/h 이었다.

5. 참고문헌

1. 이용하, 이은관 : 1983, 벚짚을 이용한 식용버섯의 속성재배법, 오성출판사
2. 차동렬, 류창현, 김광포 : 1991, 최신 버섯재배기술, 농진회
3. Hays, W. A., Composting. W. S. 1977. Maney and Sons, Leeds, England. 1: 1-5.
4. Peter Oei : 1991, Manual on mushroom cultivation, Tool Publications