

버킷엘리베이터식 버섯배지용 폐면 입상기 개발

Development of bucket elevator type cotton substrate loading machine for mushroom growing

최광재* 오권영* 유병기* 이성현* 박환중* 이광식**
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원

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

1. 서론

느타리버섯 재배농가의 배지용 버섯퇴비 입상작업은 아직까지 적합한 작업기종이 없어 인력에 의존하고있으므로 노동 강도가 과중한 실정이어서 버섯재배 농작업의 생력화를 위하여 시급히 해결되어야 할 과제로 지적되어 왔다.

버섯재배사의 버섯퇴비 입상작업은 균상의 작업공간이 좁아 작업이 불편하고 시간도 많이 소요되며 특히, 버섯퇴비 입상작업이 종전에는 주로 작목반 공동으로 하였으나 점차로 재배면적도 규모화 되고 가족단위 작업으로 전환되어 부녀자와 어린이의 농작업 참여도가 오히려 높아지고 있는 실정이다.

본 연구는 버섯퇴비를 재배사의 1~5단 버섯재배상 위로 편리하게 올려주는 기계로서 입상작업의 노동강도를 낮게 하여 부녀자 중심으로 작업할 수 있는 입상장치를 개발하고자 요동식 메카니즘으로 재료를 변량 공급하여 수직으로 이동하는 버킷엘리베이터 방식을 채용하였다.

우리나라의 버섯재배사 균상규격이 표준화되지 않아서 통로 폭이 1m 내외로 좁은 곳과 2m수준으로 넓은 곳이 있으나 모든 재배사에서 두루 사용할 수 있도록 회전식 수평이송 콘베이어를 탑재하는 폐면입상기를 개발하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시작기 설계

버섯배지용 폐면이 버킷엘리베이터에 무리를 주지 않도록 하기 위하여 폐면의 공급은 편심 캠축의 회전에 의하여 변량 공급되는 구조로 하였다. 버섯배지의 폐면 반송방식은 요동식 수평공급 → 버킷엘리베이터 수직 반송 → 승강기 부착 수평이송장치로 구성하여 버섯재배사 통로의 좁은 공간에서 사용하기에 적합하도록 설계하였다.

표준규격 버섯재배 균상의 높이가 2.8m이므로 승강기 토출구의 높이는 버섯배지용 폐면이 수평회전 벨트콘베이어를 통하여 균상위에 공급될 수 있도록 3m로 설계하였다. 수평이송장치는 재배 균상 1~4단에 공급할 수 있도록 승강장치가 부착되며 양쪽 균상 안쪽에서 2/3지점까지 공급 될 수 있는 길이로 설계하였다.

* 농업기계화연구소 생물생산기계과

** 애자농원

나. 처리내용

시작기의 작업성능에 영향을 크게 미칠 것으로 예상되는 캠축의 행정과 회전수를 구명하기 위하여 캠 행정을 13, 16, 19mm의 3종류로 하였으며, 캠축의 회전수는 300, 400, 500, 600, 700rpm 의 4수준으로 하였다. 또한 캠축의 행정 및 회전수 처리별로 각 3반복 시험하였다.

다. 시험방법

공시재료는 2001. 10월중~하순 시기에 3주간 야외 발효하여 살균한 폐면 배지재료를 사용하였으며 재료의 수분함량은 73.0%w.b이었다.

폐면 배지재료의 1처리당 공시량은 150kgf 내외로 하였고 분당반송량은 초시계와 저울을 사용하여 측정하였으며, 폐면 공급장치 공급관의 폐면 부착수준 및 캠의 진동수준은 달관 조사하였다.

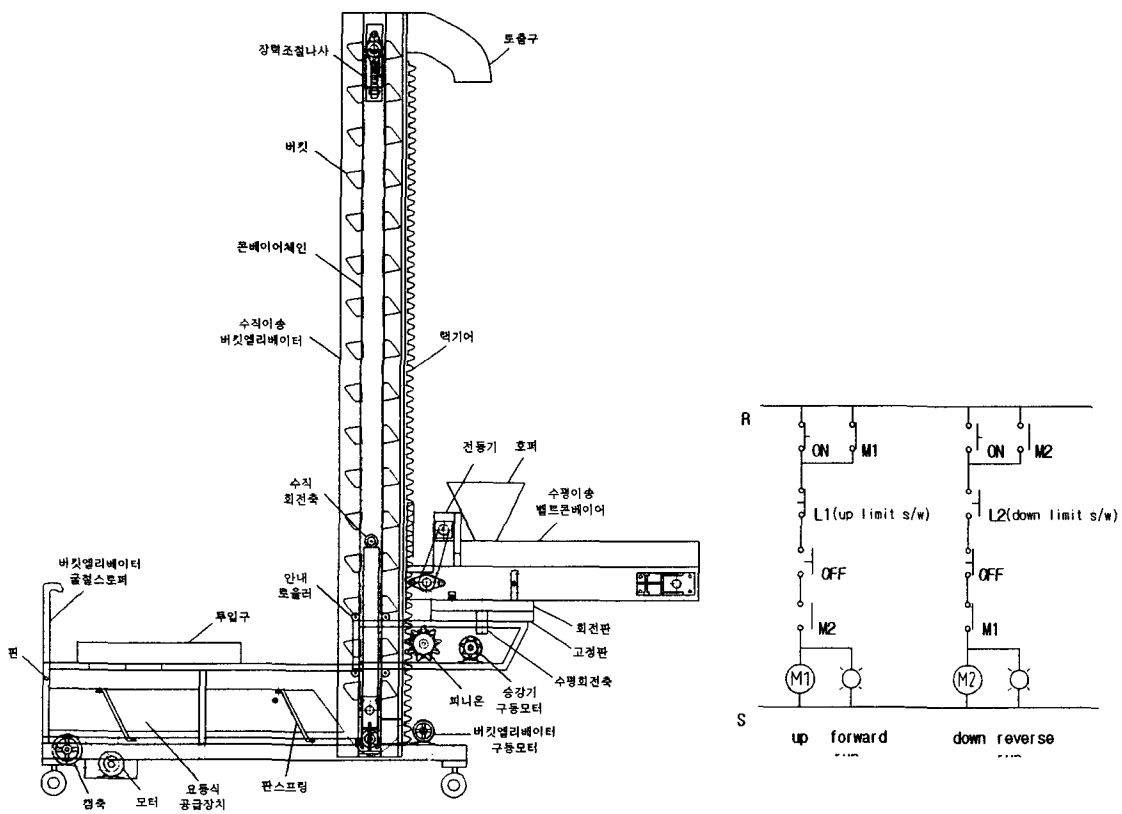


Fig. 1 시작기 구조

Table 1 시작기 제원

구 분		사 양
본 체	형식 크기(L×W×H)	버킷엘리베이터식 폐면입상기 2.3×1.0×3.5m
공급장치	형식 진동크기조절 회전수 동력원	편심캠 진동식 변량공급 13, 16, 19mm 300~700rpm 감속모터(5:1), 가변속 풀리, 400W
수직이송장치	형식 적용높이 축회전수 버킷1개 용적 동력원	버킷엘리베이터 4단균상(2.6m) 90~120rpm 0.9 ℓ 감속모터(20:1), 800W, 변속풀리
수평이송장치	형식 수평회전각 이송속도 동력원	벨트콘베이어 270 ° 0.6m/초 감속모터(10:1), 200W
수평이송장치용 승강기	형식 동력원	랙·피니언 기어 감속모터(60:1), 0.2KW

3. 결과 및 고찰

가. 시작기의 적정 운전조건

(1) 공급장치의 폐면 공급성능

공급장치 회전축 캠의 크기와 축 회전수에 따른 분당반송량은 캠의 행정이 커질수록 캠 축의 회전수가 높아질수록 증가하는 경향이었다. 캠의 행정 13mm 및 16mm의 경우 300rpm에서는 폐면의 공급이 이루어지지 않았으며 400rpm으로 부터 700rpm까지 캠축 회전수가 증가함에 따라 분당 반송량이 1차함수적으로 증가하는 경향을 보였다. 캠 행정 19mm의 경우는 300rpm에서 400rpm으로 축 회전수가 커졌을 때 분당반송량은 급격히 증가하였으나 500rpm 일 때에는 약간 증가하다가 600rpm에서는 오히려 감소하였고 700rpm에서는 진동이 매우 커 작업을 진행할 수 없었다.

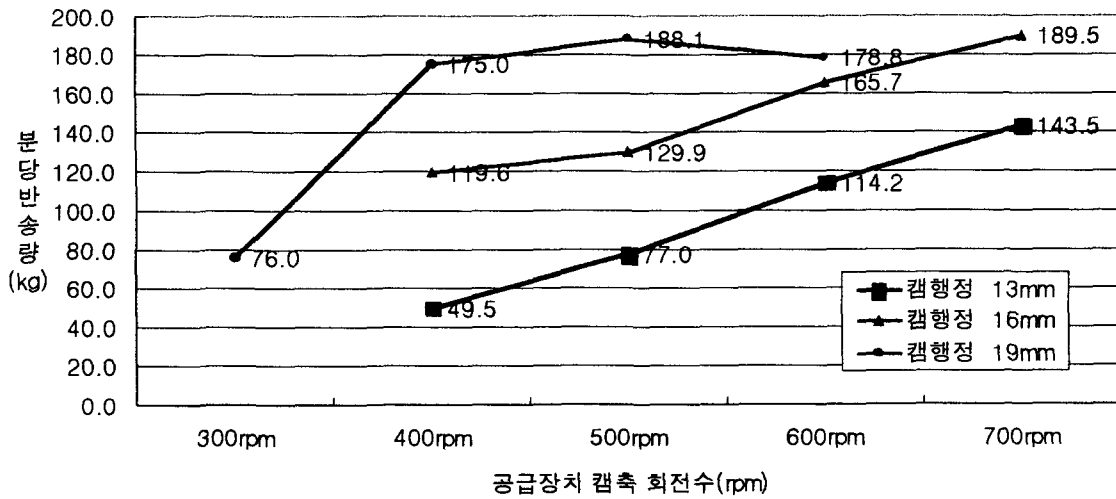


Fig. 2 요동식 공급장치의 폐면 공급성능

(2) 폐면 공급장치의 작업정도

공급장치의 캠행정 13mm에서는 공급판 하부에 폐면이 다량 부착되어 대체로 공급이 원활하지 않았으며 캠행정 16mm의 경우 500rpm이상에서, 캠행정 19mm의 경우 400rpm이상에서 바닥에 폐면이 부착되는 현상이 나타나지 않았다.

이와 같이 캠행정이 클수록, 축 회전수가 높아질수록 폐면이 부착하는 현상이 감소하는 경향이었으나 반면에 공급장치의 진동이 증가하여 소음이 증가하였고 기체의 내구성도 현저히 낮아질 우려가 있다고 판단되었다.

폐면의 반송능력과 진동수준 등을 고려할 때 공급장치의 캠 행정 및 적정 캠축 회전수는 캠행정 16mm, 캠축 회전수 550rpm 수준으로 판단된다.

Table 2 요동식 폐면공급장치 운전상태

구 분	캠축행정	캠축 회전수 (rpm)				
		300	400	500	600	700
공급판의 폐면 부착수준	13mm	-	△	□	□	□
	16mm	-	□	○	○	○
	19mm	△	○	○	○	-
장치의 진동수준	13mm	-	◎	◎	◎	○
	16mm	-	◎	◎	◎	○
	19mm	○	◎	○	□	-

(주) 1. 기호표시 : ◎-양호, ○-보통, □-미흡, △-곤란

2. 적정 운전조건 : 캠행정 16mm, 회전수 550rpm

나. 버섯배지용 폐면 입상체계

버섯배지 살균실에서 살균한 폐면을 상자에 담고 운반기로 1회에 90kg 내외를 버섯재배사로 운반하여 요동식 공급장치에 투입하였다. 이때 요동식 공급장치의 폐면 위에 분쇄한 톱밥 중균 총량의 50%를 혼합하며 버킷엘리베이터는 버킷에 일정량씩 퍼서 반송하여 낙하할 때 재 혼합되고 수평 콘베이어벨트로부터 균상 위에 떨어지면서 다시 혼합된다.

수평 콘베이어벨트 이송장치는 좌우로 회전시켜 4단, 3단, 2단, 1단 순으로 작업을 하면 작업이 빠르다. 기계 입상을 마친 버섯배지는 판자로 밀어 균평작업을 한 다음 폐면배지의 표면에 나머지 50%의 톱밥중균을 뿌려주면 입상 및 중균집중작업이 종료된다.

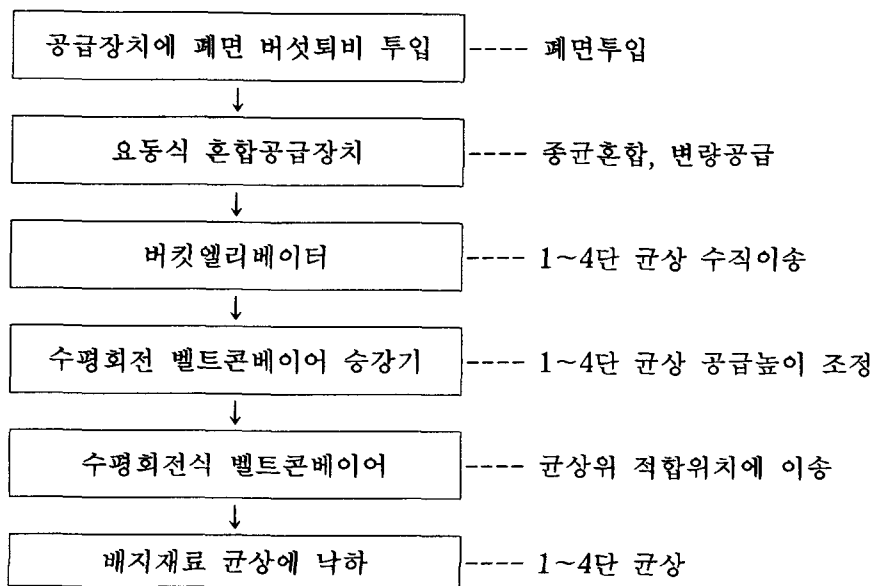


Fig. 3 버섯배지 폐면의 입상체계

다. 작업능률 및 경제성

생육분리형 버섯재배사에서 시작기를 사용하여 시험한 결과는 표3과 같이 캡의 편심 16 mm, 550rpm으로 작업할 때 시작기의 반송 입상능력은 약 7톤/hr이며 느타리버섯 톱밥중균을 혼합하여 작업할 수 있어 3.5배 능률적이었다.

시작기의 입상작업 소요인원은 부녀자 포함하여 3~4명이 소요되며 14시간·명이 요구되거나 관행작업은 장정4명이 요구되며 작업시간도 총 50시간·명이 요구된다.

시작기의 경제성분석 결과 관행 입상비용이 표준 버섯재배사 동당 323천원인데 비해 시작기는 137천원이 소요되어 작업경비를 57% 절감할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 3 시작기 작업능력 비교

구 분	관 행			시 작 기		
	입 상	중균접종	계	입 상	중균접종	계
작업소요인원 (명/200m ² ·동)	4	3	7	3	0.5	3.5
작업소요시간 (시간/200m ² ·동)	32	18	50	12	2	14
노동강도 수준 (낮음,보통,높음)	높음	보통	-	낮음	낮음	-

(주) 시작기 작업능력은 550rpm일때 7.0톤/hr, 중균접종은 시작기 공급장치에 50% 혼합.

4. 요약 및 결론

- 가. 느타리버섯 폐면 버섯퇴비를 중균과 혼합 입상하는 폐면입상기의 주요부위는 진동식 변량공급장치, 버킷엘리베이터 승강기, 승강식 수평 벨트콘베이어 수평이송장치로 구성되며, 통로가 좁은 생육분리형 재배사와 재래식 재배사에도 적용할 수 있도록 제작되었다.
- 나. 폐면 공급장치의 폐면 공급성능은 캠행정이 13mm로부터 16mm, 19mm로 커 질수록, 캠축의 회전수가 300rpm에서 700rpm으로 증가할수록 폐면의 공급성능은 높아지는 경향이였다.
- 다. 폐면 공급장치의 공급성능과 기체진동, 폐면 부착수준 등의 작업상태를 고려할 때 캠행정 16mm, 회전수 550rpm 내외가 적당한 것으로 판단된다.
- 라. 시작기의 작업능률은 표준규격 200m²인 버섯재배사 1동 1회당 14시간으로 관행(인력)작업의 50시간에 비해 3.5배 능률적이었다.
- 마. 버섯입상, 중균접종 작업경비는 1동 1회당 관행(인력)작업이 320,800원/200m²·동 에 비해 시작기는 130,300원/200m²·동으로서 59.7%의 작업경비를 절감할 수 있는 것으로 분석되었다.

5. 참고 문헌

1. 농촌진흥청, 1998, 표준영농교본-92 버섯재배기술
2. 차동열 외, 1989, 최신버섯재배기술, 농진회
3. 최광재, 1992 느타리버섯 재배 기계화실태 조사연구, 농시논문
4. Peter Oei 1991, Manual mushroom cultivation, Tool Publication, Amsterdam.