

생 표고버섯 선별기 개발

Development of Sorting System Fresh Oak Mushroom

조남홍*	박종률*	양길모*	이영희*	김혁주*	김재규*	김규남**
정희원	정희원	정희원	정희원	정희원		
N.H.Cho	J.R.Park	G.M.Yang	Y.H.Lee	H.J.Kim	J.G..Kim	J.I. Kim

1. 서론

국민식생활 향상과 소비자의 기호가 고급화 다양화되어짐에 따라 버섯은 건강식품 및 고급식품으로 수요가 늘어나고 있고, 또한 표고버섯은 영양학적으로 혈압강하물질, 빈혈치료 물질, 제암물질 등이 함유되어 있음이 밝혀져 영양식품, 또는 건강식품으로 각광을 받고 있다. 근래에는 생 표고버섯 소비가 점차 증가하고 있어 소비형태도 계절소비에서 연중소비로 변화되고 있다. 그러므로 재배방식도 노지재배에서 연중 표고버섯 생산이 가능한 시설재배 농가에서는 생 표고버섯 병행체제로 전환하고 있어 시설재배 농가가 늘어나고 있다. 따라서 표고버섯은 농가의 고소득 작목으로 재배면적이 점점 확대되고 있는 추세이다. 최근 시설재배면적이 꾸준히 증가하면서 선별의 필요성이 요구되고 있으나, 아직까지는 대부분의 선별작업이 인력으로 이루어지고 있다. 농산물은 등급별로 균일한 선별작업을 통하여 부가가치를 향상시키고, 소비자의 품질신뢰도를 높일 수 있다. 현재 생 표고버섯은 갓의 크기와 무게별로 선별하여 출하되고 있다. 그러나 선별작업은 전적으로 인력에 의존하므로 많은 노동력이 소요되며 작업능률이 낮고 육안에 의존하므로 정확한 선별이 곤란한 실정이다. 또한 생 표고버섯의 선별·포장에 소요되는 작업노력으로 인하여 주산지별로 선별·포장 작업의 기계화요구도가 높다. 기존에 개발한 건표고 자동 등급판정 선별기(이 1995, 황 1996)와 양면영상을 이용한 온라인 건표고 등급판정 시스템개발(황1999)이 있으나, 생 표고버섯에 대한 연구는 없는 실정이다.

본 연구에서는 생 표고버섯의 품질 등급화와 유통효율을 높이기 위하여 정밀하게 자동으로 선별할 수 있는 시스템 개발을 목표로 생 표고버섯의 무게를 측정 실시간으로 등급판정 할 수 있는 전자중량식 생 표고버섯 선별기를 개발하였다.

2. 재료 및 방법

가. 버섯의 기하학적 특성 조사

버섯의 등급판정기준을 설정하기 위하여 국립농산물 품질관리원의 농산물 표준출하 등급규격을 조사한 결과 직경을 기준으로 4등급, 갓 두께를 기준으로 3등급으로 분류하고 있으나 수출 및 백화점 포장유통은 무게별로 하고 있다.

* 농촌진흥청 농업공학연구소

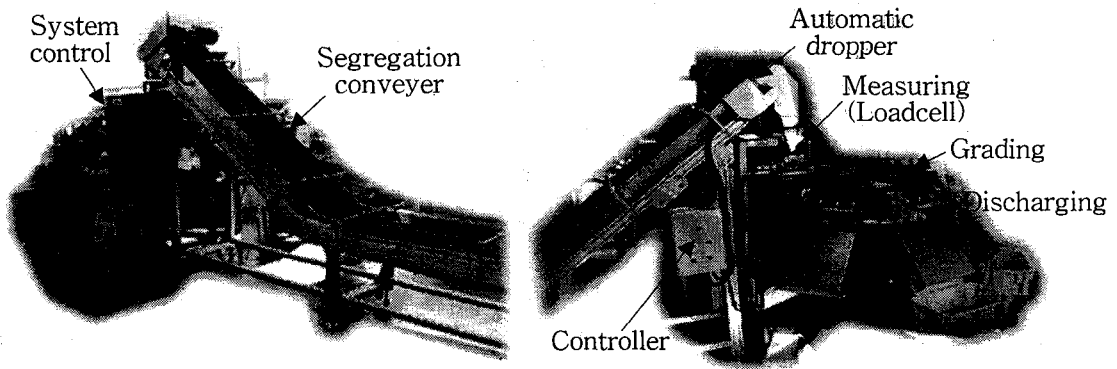
** (주)세계로시스템

나. 시작기 설계 및 제작

(1) 시작기 구조

생표고버섯을 선별하기 위한 시스템은 그림 1과 같이 개체화 이송컨베이어, 자동투입부, 임시호퍼, 무게 측정부, 시스템제어부, 선별부, 배출부로 되어있다. 생표고버섯을 개체화할 수 있는 이송벨트에 공급하면, 각각 개체화되어 상부 투입장치부로 이동하여 개체화 이송컨베이어에 담겨진 표고버섯을 선별기의 스택호퍼에 자동으로 투입하는 컨베이어시스템으로 컨베이어는 크러치 브레이크로 구동되며, 자동계량기와 동기를 맞추어 자동 투입된다.

구동방식은 크러치브레이크 모터를 사용하여 선별라인과 연계 구동토록 하였으며, 선별 및 계량방식은 4개의 선별컵을 한조로 로드셀에서 동시에 계량하여 각 등급별로 선별하는 방식으로, 배출은 공압식 실린더를 사용하였으며, 선별등급은 5등급이다. Display부의 인디게이트에는 사용자가 출하요구에 따라 사용자가 선별조건에 따라 무게설정을 용이하게 할 수 있도록 되어있다.



○ 주요부 및 작업공정

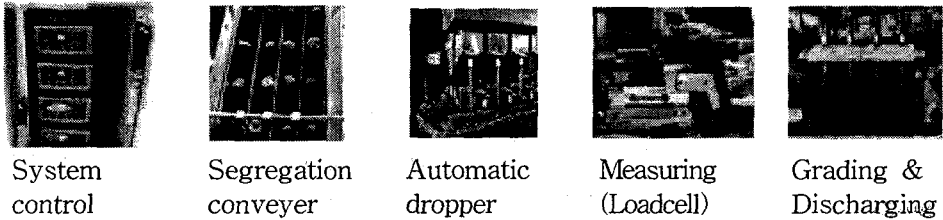


Fig. 1. Weight sorting system for a fresh oak mushroom



Fig. 2. Work view of fresh oak mushroom grader.

다. 성능시험

(1) 공시재료

선별에 사용된 공시재료는 경기도에서 생산된 것으로 표 1과 같다.

Table 1. Physical properties of the fresh oak mushroom

Variety	Maximum	Minimum	Average	S.D	C.V
Diameter(mm)	78.0	39.0	55.35	8.73	15.81
Weight(g)	36.2	7.5	17.97	7.13	39.69

Note : S.D : Standard Deviation, C.V : Coefficient of Variation

(2) 시험방법

시험에 사용된 버섯의 갓에 등급을 표시한 후 등급별 50개씩 구분하여 선별부에 공급하면서 시험하였다. 시작기의 작업 성능은 등급별로 선별된 버섯을 계량하였으며 선별등급은 5등급으로 구분하였으며 선별종료 후 각 등급별로 샘플링하여 갓 직경과 무게, 손상정도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 주속도별 선별상태

(1) 선별 성능 및 손실률

시작기의 선별성능은 선별률과 손실률을 고려하여 공급속도를 0.063m/s로 고정한 후, 시험한 결과 표 2에서 보는 바와 같이 시간당 3,120kg로 인력에 비해 3.3배 능률적이었다. 손실률은 0.3%로 나타났다.

Table 2. Comparison for grading performance

	Manual performance (EA/h)	Circumference velocity(m/s)	Prototype	
			performance(EA/h)	damage(%)
fresh oak mushroom	940	0.063	3,120	0.3

(2) 등급별 정밀도

시작기의 선별정밀도는 시험결과 그림 3과 같이 등급별로 97.3~99.3%범위로 높았으며, 이때 변이계수는 7.93~10.06%로 나타났다. 표고버섯의 크기가 큰 경우 정밀도가 좀 낮게 나타났으며, 변이계수도 높게 나타났다. 그림 4는 인력과 비교한 것으로 인력의 경우 63.4~84.3%로 나타나 시작기가 대체로 균일한 전체등급에서 성능과 높은 정밀도를 보였다.

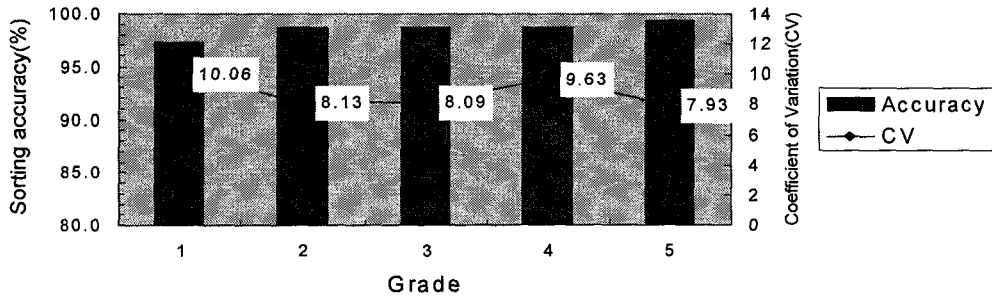


Fig. 3. Sorting accuracy according to grade

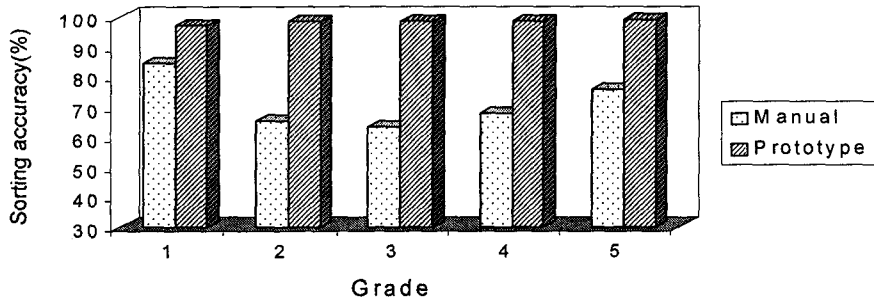


Fig. 4. Sorting accuracy between manual worker and prototype

(3) 선별균일도

선별시험 결과 표 3과 같이 버섯의 경우 장경 64.3~45.5mm, 최대는 78mm, 단경 56.9~39.5mm, 최소는 32mm, 무게는 27.3g~8.8g로 나타났으며, 직경에 대한 표준편차는 크기가 큰 1등급에서 높게 나타났고 나머지는 4.64~1.89로 나타났다. 무게에 대한 표준편차는 5.88~0.70으로 나타났다.

Table 3. Comparison about sorting uniformity

Grade		Maximum	Minimum	Average	S.D	C.V
Extra-large (over 25g)	Major dia.(mm)	78	62	64.25	14.52	5.33
	Minor dia.(mm)	66	52	56.93	12.73	4.90
	Weight(g)	36.2	24.8	27.29	5.88	10.06
Large size (25~20g)	Major dia.(mm)	68	52	61.84	3.56	5.76
	Minor dia.(mm)	68	40	54.70	4.46	8.15
	Weight(g)	25.5	14.4	22.68	1.84	8.13
Medium size (20~15g)	Major dia.(mm)	60	46	54.31	4.05	7.46
	Minor dia.(mm)	56	42	48.17	3.64	7.55
	Weight(g)	20.5	15	17.35	1.40	8.09
Small size (15~10g)	Major dia.(mm)	55	43	47.71	2.49	5.22
	Minor dia.(mm)	49	16	42.47	4.64	10.91
	Weight(g)	15	10.4	12.77	1.23	9.63
EXtra-small (under 10g)	Major dia.(mm)	48	39	45.46	1.89	4.15
	Minor dia.(mm)	45	32	39.48	4.07	10.30
	Weight(g)	9.9	7.5	8.84	0.70	7.93

Note : S.D : Standard Deviation, C.V : Coefficient of Variation

다. 경제성 분석

시작기의 경제성 분석 결과 소요경비는 시작기의 경우 3,865원/1,000개로 나타나 인력 5,047원/1,000개에 비해 23%의 경비절감 효과가 있는 것으로 나타났다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 표고버섯 출하시 표고버섯의 규격상품화를 위하여 정밀선별이 필요하나 선별작업이 대부분 인력에 의존하고 있어 선별작업의 기계화를 위하여 연구를 수행하였으며 주요결과는 다음과 같다

- 가. 성능시험에 사용한 표고버섯의 무게는 7.5g~36.2g이며, 표준편차는 7.13이며, 장경은 평균 55.2mm, 단경은 48.8mm로 표준편차는 각각 8.73과 8.45로 무게에 비해 표준편차가 크게 나타났다.
- 나. 시작기의 구조는 버섯을 개체화하여 이송벨트 컨베이어에 의해 선별기의 전자중량부에 자동으로 공급하면 로드셀에서 중량을 체크한 후 해당 등급별로 선별하는 구조이다. 선별기의 선별등급은 5등급이고 선별범위는 5~50g이다. 구동방식은 클러치브레이크 모터를 사용하였으며 4개의 선별컵을 한 조로 동시에 계량하여 각 등급별로 선별하는 이송, 자동공급, 계량, 선별, 배출 일관작업형이다.
- 다. 시작기의 선별정확도는 시험결과 등급별로 97.3~99.3%범위로 높았으며, 이때 변이계수는 7.93~10.06%로 나타났고 손상률은 0.3%로 나타났다.
- 라. 시작기의 작업성능은 시간당 3,120개로 인력선별에 비해 3.3배 능률적이었으며 소요경비는 시작기의 경우 3,865원/1,000개로 나타나 인력 5,047원/1,000개에 비해 23%의 경비절감 효과가 있는 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 고태균 외 6인. 1993. 농산가공기계학. 향문사.
2. 농림부 통계연보. 2002. 농림부.
3. 농촌진흥청. 1995. 농업과학기술의 세계화를 위한 작목별 기술대응방안.
4. 이지열. 1982. 증보 균학·버섯 재배. 태광문화사, 서울.
5. 이충호, 황 현. 1996. 건표고의 외관특징 인식 및 추출알고리즘 개발. 한국농업기계학회지 21(3): 325-335.
6. 황 현, 이충호, 이대원, 최장현. 1995. 컨베이어 이송버섯에 대한 실시간 판정기술 개발 및 선별 자동화 시스템 연구. 농촌진흥청 농업과학논문집 31:199-208.
7. 황 현, 이충호. 1996. 건표고 자동선별을 위한 시작시스템 개발. 한국농업기계학회지 21(4): 414-421.
8. Arai, C., S. Hosaka, K. Murase and Y. Sano. 1976. Measurements of the relative humidity of saturated aqueous, Journal of Chemical Engineering of Japan 9(4) : 328-330.