백합 구근 선별기 개발

Development of lily-bulbs Grader

홍성기*	장유섭*	김승희*	박희만 *
정회원	정회원	정회원	정회원
S.G.Hong	Y.S.Chang	S.H.Kim	H.M.Park

1. 서론

세계 5대 화훼 작물의 하나인 백합은 상품성이 있는 꽃을 생산하기 위한 것으로 백합꽃의 크기와 모양, 꽃의 수 등은 구근의 크기에 의해서 결정된다. 백합구근이 크면 클수록 꽃이 크고 1개의 줄기에서 많은 꽃이 피게 되어 좋은 상품을 생산할 수 있다. 따라서 상품성이 높은 백합꽃을 생산하기 위해서는 백합구근을 크기별로 분류하여 같은 크기의 구근을 재배하는 것이 좋은 꽃을 일정하고 균일하게 많은 수의 꽃을 생산할 수 있으나 백합 구근은 뿌리가 길고 구근의 수분함량이 높고 흙이 많이 붙어 있어서 선별작업이 곤란하여 대부분 인력에 의한 선별용 자(scale)를 이용하여 선별하고 있어서 선별 작업에 많은 노력과 경비가 들뿐만 아니라 선별작업의 정밀도가 떨어지고 있는 실정이다. 꽃 산업의 비중이 높은 네덜란드에서는 백합 구근을 수확부터 세척, 선별, 포장, 저장까지 시설내의 수확후 처리 공장 시스템에서 일관 기계화 처리하고 있으며 각 작업 단계별 작업용기계는 용량이 크고 구근의 손실이 높고 시스템화 되어 있어서 각 단계별 작업용 기계로서의 이용은 곤란한 실정이다. 따라서 본 연구는 밭에서 캐낸 구근을 호퍼에 담기만 하면 자동으로 이송되고 크기별로 분류되어 상자에 담겨지는 백합 구근 선별기를 개발하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시작기 제작

시작기는 그림 1과 같이 백합 구근을 담는 호퍼와 호퍼에 담겨진 구근을 이송하는 벨트 콘베이어 구근을 크기별로 선별하는 선별래일, 선별된 구근을 담는 상자와 각부분을 전동기로 구동하는 구동장치 등으로 구성되어 있다.

---

* 농촌진흥청 농업기계화연구소

선별레일은 여러개의 표면이 매끄러운 원형파이프로 구성되어 있으며 정밀한 선별과 진동에 의해서 인편이 손상되는 것을 줄이기 위하여 2단으로 되어 있으며 선별레일 1단에서는 구근의 둘레가 10~12cm, 12~14cm, 14~16cm범위의 구근을 선별레일 2단에서는 16~18cm, 18~20cm, 20cm 이상의 구근을 선별할 수 있으며, 각 부분은 조립식으로 구성되어 있어서 이동과 설치가 쉽다.

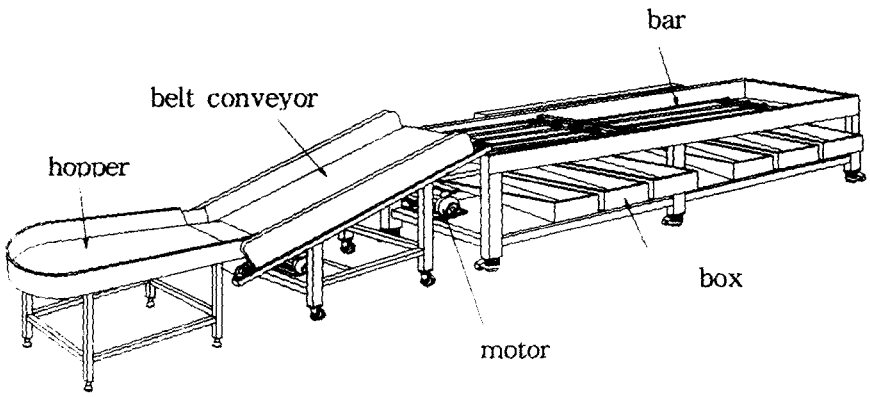

Fig. 1 Schematic diagram of prototype

백합구근의 선별과정은 백합 구근이 공급호퍼에 담겨지면 담겨진 구근은 경사진 이송벨트콘베이어를 타고 선별레일 위로 이동시킨다. 선별레일은 레일과 레일간의 간격과 레일의 회전 및 레일의 진동등의 3방향 운동에 의해 크기별로 6개의 등급으로 선별되며, 선별레일에서 등급별로 선별된 구근은 레일 밑에 설치된 선별 상자에 담겨진다.

나. 성능 시험

공시 재료의 물성은 표1과 같이 우리 나라에서 가장 많이 재배하는 백합 품종인 카사블랑카의 구근으로 하였으며 공시기는 제작된 시작기로 시험을 실시하였다. 성능 시험은 선별레일의 진동수, 선별봉의 크기별, 선별봉의 경사도에 따른 구근의 크기별 선별율을 조사하였으며 선별률은

$$\text{선별률}(\textit{Grading Ratio}) = \frac{\text{선별된 구근 무게}}{\text{투입된 구근 무게}} \times 100(\%)$$

로 하였다.

선별레일의 진동수별 선별률을 조사하기 위해서 선별레일의 진동수는 일반적인 진동용 기계의 진동 범위인 400~600cpm 으로 하였고 , 선별봉의 크기별 선별률은 구근의 크기를 감안하여 Ø19, Ø22, Ø25, Ø32㎜로 하였으며, 기체의 경사도별 선별률은 진동수, 구근의 인편의 표면등을 고려하여 2~5° 의 범위로 하였다.

Table 1. Characteristics of lily-bulbs for this experiment

Sphericity (%)	Average Weight(g)	Bulb diameter long	Bulb diameter short	Circumference (cm)	Variety
78.9	67.9	7.1	4.9	17.2	Casablanca

$$* \ Sphericity = \frac{bulb\ average\ diameter}{standard\ scale\ diameter} \times 100(\%)$$

3. 결과 및 고찰

가. 진동수별 선별률

진동에 따른 선별률은 그림 2와 같이 진동수 550cpm에서 구근의 크기별로 95%이상인 것으로 나타났으며 400cpm의 낮은 진동수에서는 크기가 큰 것의 선별률이 낮았으며 진동수가 600cpm 이상에서도 같은 경향이었다. 이와 같은 원인은 낮은 진동수에서는 구근의 크기가 큰 것이 진동에 의해 선별레일 위로 일정하게 밀려 내려가지 않아서 선별 레일에 정체되고 긴 뿌리등이 선별레일에 감기기 때문인 것으로 판단되며 진동이 심한 600cpm에서는 레일의 강한 진동에 의해 구근이 튀듯이 구르면서 이동하여 크기별로 구분이 불분명하게 분류되어 선별상자에 담기기 때문인 것으로 나타났다.

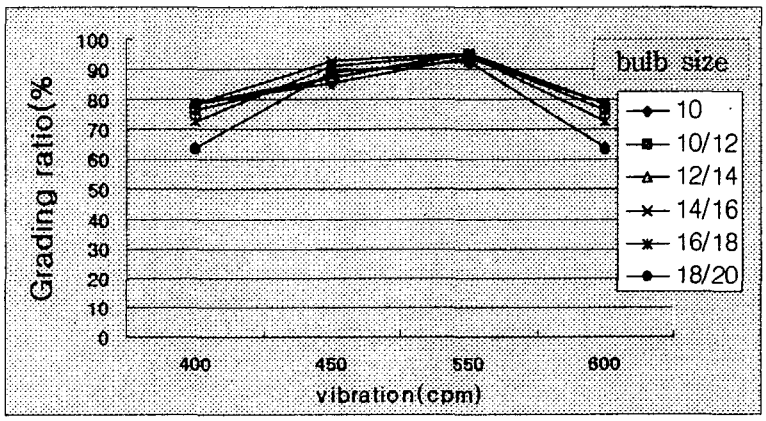

Fig 2. Grading ratio by the different vibrations of bar

나. 선별봉의 직경별 선별률

선별봉의 직경별 선별률은 그림 3과 같이 선별봉의 직경이 큰 것이 선별율이 높았으며 백합 구근의 직경이 작은 것은 선별봉의 크기에 따라 같은 봉에서도 선별율이 낮은 것으로 나타나 구근의 직경이 크면 클수록 봉의 크기가 크면 선별율이 높은 것으로 나타났다.

그러나 일정 크기 이상의 봉은 직경이 큰 것이 오히려 선별율이 조금 낮게 나타났으며 이것은 선별봉이 회전하면서 두개의 봉 사이에 끼인 구근이 적정 간격에서 선별 레일을 통과해서 등급별 상자에 담겨져야 하나, 봉의 직경이 큰 관계로 구근과의 접촉면이 넓어서 적정 크기의 등급보다 큰 등급의 선별 상자에 담겨지기 때문인 것으로 판단되었다.

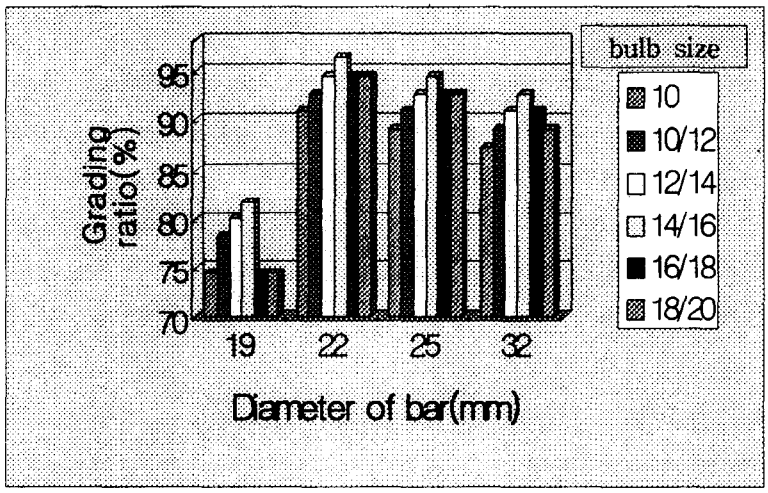

Fig 3. Grading ratio by the different diameter of bar

다. 선별봉의 경사도별 선별률

선별봉의 경사도는 그림 4와 같이 경사도가 높을 수록 선별율이 높았으나 경사가 5° 이상에서는 오히려 낮은 것으로 나타났다. 이는 매끄로운 표면의 스텐레스 봉이 물기를 함유하고 있는 구근에 의해 미끄러지듯이 밀려가면서 봉의 회전과 진동과 간격에 의해 크기별로 분류되나 5° 이상의 급경사에서는 등급에 의해 미쳐 분류되지 못한 구근이 미끄러지면서 다음 상위 등급의 선별 상자에 담겨지기 때문인 것으로 판단되었다..

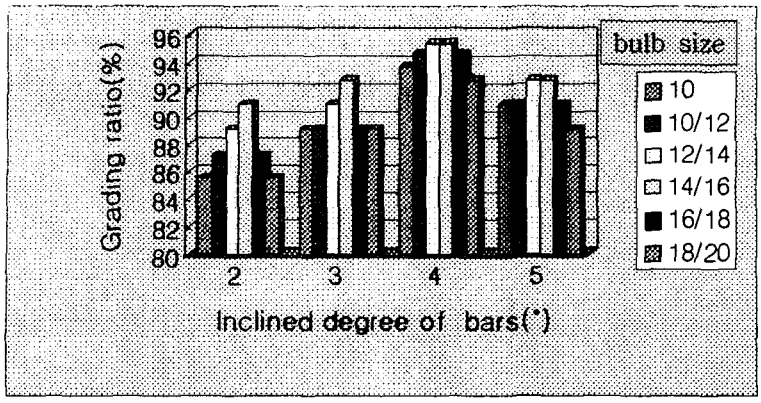

Fig 4. Grading ratio by the different inclined degree of bars

라. 작업 성능 및 손상률

작업 성능은 표2와 같이 시작기가 시간당 750kg으로 인력의 선별자에 의한 20kg보다 약 38배의 능률적인 것으로 나타났으며 선별에 소요되는 비용도 관행의 kg당 159원에 비해 시작기가 22원으로 86%의 경비절감 효과가 있는 것으로 나타났다. 선별 정밀도는 시작기가 96%였으며 관행의 93% 수준보다 선별 정밀도가 높았다. 한편 구근의 인편이 떨어지는 등의 손상율은 관행의 인력이 3.0%였으며 시작기는 선별 레일에서 선별상자로 떨어질 때의 충격 등에 의해 0.3% 정도 높은 3.3%로 손상률은 비슷한 것으로 나타났다.

Table 2. Working performance, cost and damage ratio of prototype

Items	prototype	conventional
Working performance (kg/hr)	750	20
Cost(won/kg)	22	159
Damage ratio(%)	3.3	3.0

4. 요약 및 결론

선별용자로 사람의 수작업에 의존하고 있는 백합구근의 선별작업을 기계화하기 위하여 백합구근선별기를 개발 시험한 결과는 다음과 같다.

(1) 백합구근선별기는 선별레일이 2단으로 된 진동봉식 형상선별식이며 구근을 공급호퍼에 공급하면 경사 평벨트컨베이어가 구근을 선별봉이 조합된 레일로 이동시키고 선별봉의 간격에 의해 구근이 크기별로 분리 선별되며 선별된 구근이 크기별로 분리 선별되며 선별된 구근은 6개의 선별 분리판에 의해서 6등급으로 분리되어 상자에 담겨지도록 되어 있으며 이들을 구동하는 동력원은 전동기이다.

(2) 선별봉의 적정 진동수는 550cpm에서 ,선별봉의 크기는 직경이 Ø22mm가, 경사도는 4 °에서 선별률이 95% 이상으로 가장 높은 것으로 나타났다.

(3) 작업성능은 시간당 750kg를 선별할 수 있어서 인력의 등급스케일에 의해 선별한 20kg 보다 37.5배의 인력절감효과가 있으며 선별정도 역시 95%이상으로 높은 것으로 나타났다. 백합구근의 손상률은 인편이 떨어지는 등의 손상률이 인력은 3% 였으며 시작기는 3.3%로 거의 비슷한 것으로 나타났다.

(4) 경제성 분석결과 시작기가 kg당 22원으로 인력의 159원에 비해 약 86.2 %의 경비 절감효과가 있는 것으로 나타났다.

5. 참고 문헌

(1) Agro Techniek co 1980. Flower bulbs Grading Machine Technical data Holland bv

(2) ヤンマー 社. 1990. 機械化一貫體系 技術資料.

(3) 西中製作所. 1990. 西中式 ベルコード 選別機 技術資料. 日本 西中製作所.

(4) Compas co.1991. Grading Machine Technical data. Holland. compas bv

(5) 원예시험장 1993. 구조 화훼 산업 발전을 위한 심포지엄

(6) 강원도 농촌진흥원 1995. 강원지역 백합 수출 세미나

(7) 경기도 농촌진흥원 1997. 경기지역 화훼류 기술개발과 수출증대 방안

(8) 농수산유통공사 1997. 국내외 전문가 초청 재배 및 상품화 기술 교육자료

(9) 원예연구소 1997. 백합 신품종 육성 및 충구 자급화 방안

(10) 한국화훼연구회 1997. 백합 고품질 절화 및 구조 생산기술