

# 나리구근세척기 개발

## Development of Lily Bulb Washer

장유섭*	김동역*	김승희*	이공인*
정회원	정회원	정회원	정회원
Y.S.Chang	D.E.Kim	S.H.Kim	G.I.Lee

### 1. 서론

나리는 구근이 밭에서 2~3년 양구된 후 밭에 정식되어 절화용으로 수확되어 판매되는 것으로 재배면적이 '90년에 174.2ha이던 것이 '98년에 273.9ha로 최근에 크게 증가하고 있으며, 화훼에서 수출 비중이 높은 작목이다.<sup>(3)(4)(7)</sup>

나리구근은 '98년 소요량이 78,900천구로 이중 국내에서 재배되는 구근이 54,610천구로 많이 량이 재배되고 있다.<sup>(3)</sup> 그러나, 정식, 재배관리, 방제, 수확, 세척, 포장 등의 농작업은 대부분 인력에 의존하고 있으며, 특히 수확된 구근이 햇볕에 노출되면 갈변현상이 생기고 바로 세척·선별하여 저온저장고에 저장하여 휴면타파를 하지 않으면 꽃대의 절간신장과 개화가 불량해질 수 있기 때문에<sup>(6)</sup> 수확후 세척작업은 짧은 기간에 노력과 시간이 많이 소요되는 농작업이다. 또한, 인편과 구근에 부착된 뿌리인 하근으로 구성된 나리구근은 인편과 뿌리 손상되면 절화용으로 구근이 재배될 때에 꽃의 품질이 나빠지기 때문에 수확, 선별뿐 아니라 세척과정에서 구근뿌리와 인편이 손상되지 않는 세척기의 개발이 요구되었다.<sup>(1)(2)(6)</sup>

따라서, 본 연구에서는 나리구근의 품질이 손상되지 않으면서 세척노력과 시간을 절감시키기 위하여 구근을 이송하면서 물을 분무하여 이물질 제거하고 공기로 물기를 떨어낼 수 있는 나리구근세척기를 개발하고 성능시험을 실시하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 시작기제작

시작기는 1.6ton의 물이 담긴 수조에 나리구근이 투입되면 구근받기판에서 0.1~0.5m/s로 속도가 조절되는 이송컨베이어로 이송되는 구근에 분당 375ℓ의 물이 1차, 2차, 3차 분무관에서 분무되어 세척되고 8CMM으로 분무되는 공기로 물기를 떨어내어 구근이 방출되도록 제작되었다. 그림 1은 제작된 나리구근세척기의 구조를 나타낸 것이다.

시작기의 물분무관은 분무관 끝에 압력계를 달아 20~100kPa범위에서 조절되어 63~158ℓ/min의 물이 3단계로 분무되고 마지막에는 직경 1mm의 분사구멍이 30개가 뚫린 분무관에서 나리구근이 행구어져 세척되도록 제작되었다. 이송컨베이어는 0.1~0.5m/s의 범위에서 이송되는 구근의 량과 세척정도에 따라 속도가 전압으로 조절될 수 있도록 인버터가 부착되

\* 농촌진흥청 농업기계화연구소 생물생산기계과

었고, 컨베이어는 직경이 10mm인 스테인리스 관과 체인이 사용되어 물 빠짐이 좋고 녹에 강하도록 제작되었다. 0.5 마력의 원심펌프에 의해 8CMM의 공기가 균일하게 분사되도록 분사관은 삼각관으로 제작되고 분출구는 5mm이다.

나리구근이 공급컨베이어에 의해 구근받기판을 거쳐 물통 속으로 공급되면 물이 분무되어 구근에 묻어 있는 흙이나 검불이 씻어지게 된다. 씻겨어진 나리구근이 컨베이어에 실려 이송되면서 제2, 3단계로 분무되는 물에 협잡물과 병원균이 씻겨지고, 공기분사관을 통과되면서 분사공기에 의해 구근에 묻어 있는 물기가 제거된 후 컨베이어 끝에 놓여진 수집상자에 모아진다.

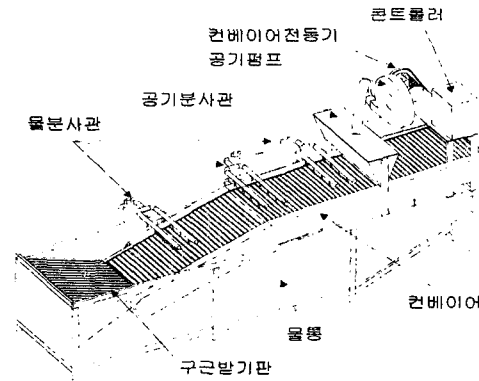


Fig.1. Schematic diagram of Lily bulb washer

#### 나. 공시재료

본 시험에 사용된 재료는 물성측정에는 아시아텍 계통의 철포나리였으며, 시작기의 성능 시험에는 농가에서 재배하고 있는 품종인 아시아텍 계통의 런던 품종이었다.

#### 다. 시험방법

##### (1) 나리의 물성측정

나리의 뿌리와 인편은 연약하여 손상되기 쉬우므로 나리의 물성이 물의 분무압력과 분무량을 결정하는 주요한 인자로 작용되기 때문에 나리의 물리적 특성 중 인편의 압축과 전단 저항력, 뿌리의 인장력을 측정하였다. 물성시험에는 모델명이 TA-XT2(Stable Micro System Co)인 물성시험기가 사용되었다. 압축저항시험에 직경이 20mm인 cylindrical probe가 사용되었고, 전단저항시험에 폭이 30mm, 너비가 2mm인 blade probe가 사용되었다. 압축·전단저항력, 인장력 시험의 테스트스피드는 2mm/sec이었고, 측정기기의 행정은 250mm이었다. 압축·전단시험은 물성시험기의 시료판위에 나리구근을 올려놓고 프루브를 하강시켜 인편이 손상될 때까지 실시하였으며, 인장시험은 그립퍼를 상승시켜 뿌리가 절단될 때까지 실시되었으며, 반복은 5회 실시하여 평균하였다.

##### (2) 분무압별 분무량시험

나리구근을 세척할 때에 구근이 손상되지 않으면서 구근에 묻어 있는 흙 등의 이물질이 씻겨져야 하기 때문에 적절한 물의 분무압과 분무량을 구명하기 위하여 분무압력별 분무량 시험을 실시하였다. 분무관의 오리피스에 2kg/cm<sup>2</sup>용량의 압력계를 설치하여 밸브로 압력을 조절하였으며, 이때 물분무량은 분무관별로 10초간 5리터의 용기로 5회 받아내어 저울로 무게를 측정하고 평균하여 분당 분무량으로 산정하였다.

##### (3) 이송속도별 세척시험

이송컨베이어의 속도에 따라 구근이 받는 세척물의 양이 달라지므로 이송속도별로 세척 효과를 구명하기 위하여 이송컨베이어의 이송속도별 세척시험을 실시하였다. 이송속도는 0.2~0.5m/s의 범위에서 4수준으로 조절되었으며, 이 때에 세척전과 세척후의 명도를 측정하여 세척전후의 명도차로 구근이 세척되는 정도를 비교하였다. 나리구근의 명도측정에는 모델명이 CR-200 (MINOLTA CO.) 인 색채색차계가 사용되었다.

(4) 시작기의 성능 시험

300평에 심은 31,200구의 구근을 수확하여 시작기의 세척작업능률을 측정하였고, 인력작업과 비교하였다. 이때의 구근의 명도변화와 이물질이 제거된 무게를 측정하여 세척정도를 검토하였다.

### 3. 결과 및 고찰

가. 나리구근의 크기 및 물성

(1) 나리구근의 크기와 명도변화

나리구근의 크기는 둘레로 표시되며, 물성시험에 사용된 구근은 표 1에서 보는 바와 같이 구근의 둘레가 12.5~18.2cm, 구폭이 4.1~6.2 cm, 구높이가 3.8~5.3cm이었으며, 뿌리 길이가 18.2~21.3cm, 무게가 30~81.7g의 범위에 있는 구근이었다. 그림 2에서 보는 바와 같이 구근이 커짐에 따라서 구근의 무게는 1차식에 수렴하는 것으로 조사되었다.

Table 1. Dimensions of lily bulb size

Bulb size	Bulb circle (cm)	Bulb width (cm)	Height (cm)	Root Length (cm)	Weight (g)
12/14	12.5	4.1	3.8	18.2	30.0
14/16	15.4	5.0	4.0	17.6	46.1
16/18	17.2	7.1	4.8	21.3	67.9
18/20	18.2	6.2	4.9	18.0	81.7

Table 2. Average lightness of lily bulb size

Bulb size(cm)	L	a	b
12/14	60.6	4.6	15.2
14/16	59.7	5.3	17.5
16/18	60.2	2.9	27.0
18/20	60.4	6.3	19.9
Average	60.2	4.8	19.2

나리구근의 명도는 표2 에서 보는 바와 같이 구근이 커져도 명도 값의 차이는 매우 적었으며, 그림 3에서 보는 바와 같이 구근이 크기에 관계없이 나리구근 의 명도가 평균명도 60.2에 수렴하여 항상 일정한 값을 갖는 것으로 나타났다. 이 결과로 세척하기전과 세척한 후의 명도 값이 나리구근의 세척정도를 비교하는 지표로 활용 가능하다는 결론을 얻었다.

(2) 나리구근의 압축 및 전단 저항력

나리구근의 크기별로 압축과 전단저항력을 측정한 결과를 표 3, 4에 나타내었으며, 그림 4, 5는 시험한 압축과 전단저항력이 변화하는 곡선을 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 나리구근의 크기별 압축저항력은 66.9~105.5N의 범위로 일정한 경향이 나타나지 않았으며, 전단저항력은 38.7~41.9N범위에서 나리구근의 크기에 관계없이 일정하게 나타났다

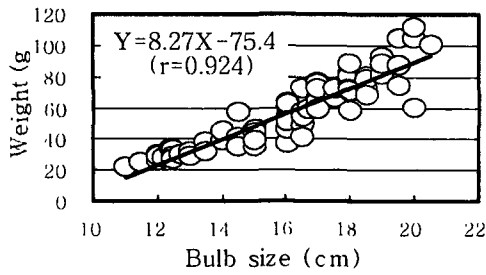


Fig. 2. Variety of weight by lily bulb sizes

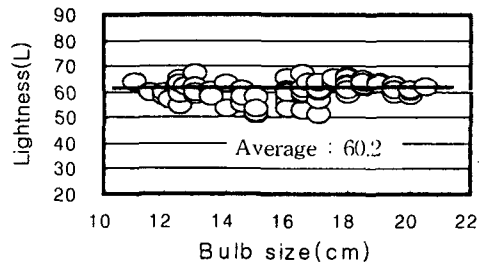


Fig. 3. Variety of lightness by lily bulb sizes(L)

이러한 결과는 나리구근의 압축과 전단저항력은 각 개체에 따라 차이가 있으며 크기와는 큰 차이가 없으므로 세척할 때에 나리구근의 크기에 상관없이 분무압을 고정하여 세척할 수 있음을 나타내고 있다.

Table 3. Variety of pressure resistance by lily bulb sizes



Bulb size (cm)	Average pressure resistance (N)	Remark
10/12	105.5	cylinder probe 
12/14	75.0	
14/16	94.0	
16/18	79.3	
18/20	66.9	
20이상	90.7	
Average	85.2	

Table 4. Variety of shearing resistance by lily bulb sizes

Bulb size (cm)	Average shearing resistance (N)	Remark
10/12	38.7	blade probe 
12/14	40.7	
14/16	41.9	
16/18	41.8	
18/20	40.2	
20이상	40.8	
평균	40.7	

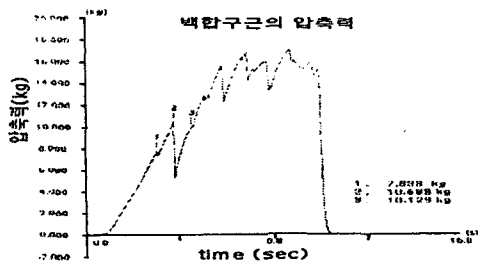


Fig. 4. Variety of pressure resistance by lily bulb sizes

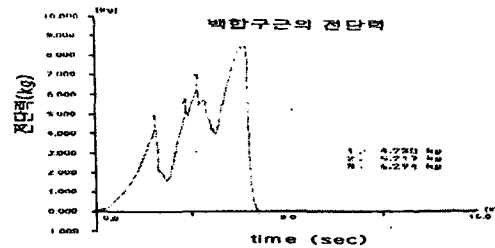


Fig. 5. Variety of shearing resistance by lily bulb sizes

#### 나. 세척요인시험

##### (1) 분무압력별 물분무량

나리구근에 물을 분무할 때에 나리구근의 하근이 손상되지 않는 분무압과 물량을 결정하기 위하여 분무압력별로 물분무량을 측정된 결과를 그림 8에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 압력이 19.6 kPa에서 98.0kPa로 증가함에 따라 분무량은 62.9~157.0 ℓ/min범위에

서 증가하였으며, 1번, 2번분부관이 62.9~156.7 ℓ/min, 3번분부관이 53.2~117.0 ℓ/min의 범위에서 압력이 높을수록 증가하였다. 특히 분무압력이 높으면 세척은 잘되지만 뿌리가 상하는 현상이 나타났고 분무압력이 58.8kPa이하에서 뿌리가 상하지 않았다. 따라서 분무압력은 58.8kPa이하가 적합하며 이때의 분부수량은 53.2~62.9 ℓ/min이었다.

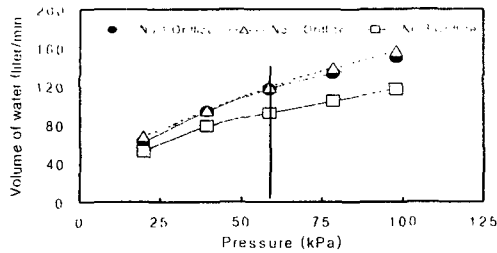


Fig. 6. Volume of water by water pumping pressure

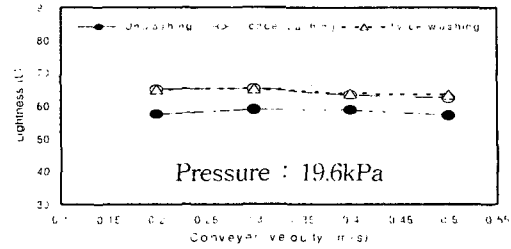


Fig. 7. Variety of lily bulb lightness by conveyer velocity

(2) 이송속도별 세척정도

나리구근의 뿌리가 상하지 않는 범위의 분무압력 19.6kPa로 하고 분부관의 분부량을 53.2~62.9 ℓ/min으로 분무하여 컨베이어의 이송속도별로 나리구근의 세척전후 명도변화를 측정하여 결과를 그림 9에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 나리구근을 세척하기 전에는 명도(L값)가 57.5~58.9이던 것이 1차세척 후에는 62.4~65.2, 2차세척 후에는 63.5~65.4로 나타나 세척회수를 증가하여도 명도값의 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 이 결과로 볼 때에 1세척으로도 충분히 세척되는 것으로 판단되었다.

다. 세척기의 성능시험

(1) 작업능력 비교

나리구근 재배농가의 300평 밭에서 생산된 31,200구(55상자)의 나리구근으로 인력과 비교하여 세척기의 성능시험한 결과를 표 6에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 3사람이 55상자를 세척하는 데드는 시간은 1.1시간으로 인력작업의 7.6시간에 비하여 약 7배 능률적인 것으로 나타났다.

Table 5. Comparisons of working capacity between washer and farmers

Working hour (h)	Lily bulb washer		Hand washing		
	Farmers required (man)	Total working hour(h)	Working hour (h)	Farmers required(man)	Total working hour(h)
1.1(14.5)	3	3.3	7.6(100)	3	22.8

※ 나리구근 이송속도 : 0.15~0.2m/s로 작업, 총작업량 : 31,200구(300평), 55상자

(2) 세척정도

농가세척성능 시험시 세척기로 세척된 550구의 나리구근의 명도를 세척전후로 3회측정하여 평균 결과는 세척 전에는 55.3이고 이때의 표준편차가 10.4이던 것이 세척 후에는 67.8이고 표준편차가 4.8로 명도 값에 의한 세척정도는 매우 양호한 것으로 나타났다.

Table 6. Variety of lily bulb lightness between unwashing and washing

	Unwashing(a)	Washing(b)	Difference(b-a)
Average lightness(L)	55.3(10.4)	67.8(4.8)	12.5
Index	100	123	22.6

( )은 표준편차임, 550구를 3회측정 평균

또한 세척전후의 무게의 변화를 보면, 550구 1상자의 무게 감소를 3회 측정하여 평균한 결과 세척 전에는 17,434g이던 것이 세척 후에는 16,380g로 1,054g의 이물질이 분리되었다.

Table 7. Comparison of lily bulb weight between unwashing and washing

	Washing of 1box (550 bulbs)		
	Unwashing(a)	Washing(b)	Difference (a-b)
Average weight (g)	17,434	16,380	1,054
Index	100	94.0	6.0

#### 4. 요약 및 결론

- 가. 나리구근세척기는 나리구근이 세척기내로 공급되면 체인컨베이어에 의해 이송되면서, 물분무관에 의해 세척되고 공기분사관에 의해 공기가 분사되어 나리구근에 묻어 있는 물기가 제거되는 구조로 제작되었다.
- 나. 나리구근세척기의 적정 물분무 압력은 19.6~58.8kPa이었고, 이때의 물분무량은 53.2~62.9 ℓ/min이었다.
- 다. 컨베이어의 적정 이송속도는 0.2m/sec이었으며, 세척전의 명도값 57.5보다 세척후 명도값이 7.25 향상된 것으로 나타났다.
- 라. 나리구근세척기의 작업능률은 3인작업시 1.1시간으로 3인이 인력으로 7.6시간 소요된 것에 비하여 85.5%의 노력 절감효과가 있었다.
- 마. 밭에서 캐낸 나리구근의 세척전후 명도변화는 세척전 명도값 55.3보다 세척후 명도값이 67.8로 세척전후의 명도값 차이가 12.5로 나타났으며, 1박스 구근평균중량은 17.4kg 이고, 세척후 무게가 16.4kg로 구근에 묻은 흙과 이물질이 5~6% 세척 제거되었다.

#### 참고문헌

- 1.김영진, 1995, 강원도산 백합의 생태적 특성과 저장기술, 강원도농업기술원, p7~20.4.
- 2.김영진, 1997, 백합의 새로운 품종육성과 재배기술, 원예연심포지엄, p59~91
- 3.농림부, '98 화훼 생산 현황
- 4.박노복, 1997, 백합 신품종육성 및 종구자급화 방안에 관한 심포지엄, 원예연심포지엄, p61~97
- 5.송재철, 박현정, 1995, 식품물성학, 울산대학교 출판부, p80~862.
- 6.최상태 등 4명, 1993, 백합 구근생산과 절화재배, 농촌진흥청 원예연 심포지엄, p45~74.
- 7.최주건 등 3명, 1993, 수출 유망 화훼류 품질향상에 관한 기술 개발, 농진청특정, p69~93.