

사과·배 공기세척기 개발

Air cleaning system development for fruit

조남홍* 이신호* 최희석* 홍종태* 조영길* 김유호*
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원 정희원

N.H. Cho S.H. Lee H.S. Choi J.T. Hong Y.K. Cho Y.S. Kim

1. 서론

사과의 생산량은 제배면적 증가와 제배기술향상으로 20여년간 3배 증가하였다. 사과의 경우 '95년에 616,505톤을 생산 하였으며, 이중 72%가 후지로 그 품질이 우수하고 저장력이 강하이 내수 및 수출에 각광을 받고 있다. 사과의 수출은 '84년부터 대만과 구상무역으로 시작하여 급신장하였으며 '95년도에는 5,315 M/T(12,978千\$)로 매년 12개국에 수출하고 있다. 배의경우에도 동남아 구미지역등 세계 28개국에 그 품질의 우수성이 인정되어 시장의 전망이 좋아 앞으로 수출이 증가 할 것이다. 특히, 미국은 FDA 검역규정이 엄격하여 수출 배의 경우 생산지역 및 제배지 선정과 미국의 식물검역관이 내한 검사를 강화하고 있다. 이외같이 과일의 수출시 검역등 과일의 꼭지부분의 응애, 가루깍지벌레, 동록등 불순물 제거작업이 필수적이나 사과, 배 수출단지의 경우 과일의 세척작업이 컴프레셔를 이용한 인력 에이건을 사용하여 세척작업이 이루어지고 있어 노력이 많이 들고 있는 실정이다. 특히 배의경우는 물세척을 하면 부패등 손상이 발생되어 공기세척이 이루어 지고 있다.그 동안 과일의 공기세척에 대한 연구를 찾아볼수 없으며, 외국에서는 사과의 경우 물세척이 이루어 지고 있다. 따라서 본 연구에서는 사과·배 수출검역에 대응하고 사과,배 세척작업의 성력기제화를 위하여 이송하는 과일을 광센서에 의한 감지로 압축공기를 과일의 꼭지부위에 자동분사 하므로 과일의 손상없이 효과적으로 세척할 수 있는 사과·배 공기 세척기를 개발하였다.

* 농촌진흥청 농업기계화연구소

2. 재료 및 방법

가. 시스템 라인구성

공기분사장치는 컴프레이서에서 발생한 압축공기가 아프터쿨러를 통과하면서 공기냉각과 수분을 제거하며, 에어클리너에 의해 공기가 걸러진 후 에어탱크내에서 맥동방지과 급격한 압력변동을 최소화하여 공기압 시스템의 안정을 도모하였으며, 필터에서 최종공기를 정화시키고, 레귤레이터에서 압력을 조정하며, 광센서가 이송하는 과일을 감지하고 입력 신호를 콘트롤러에 의해 처리하였으며 제어밸브를 통해 압축공기를 제어하여 분사노즐에서 자동 분사하도록 구성하였다. 공기시스템의 블록선도는 그림1에 나타났다.

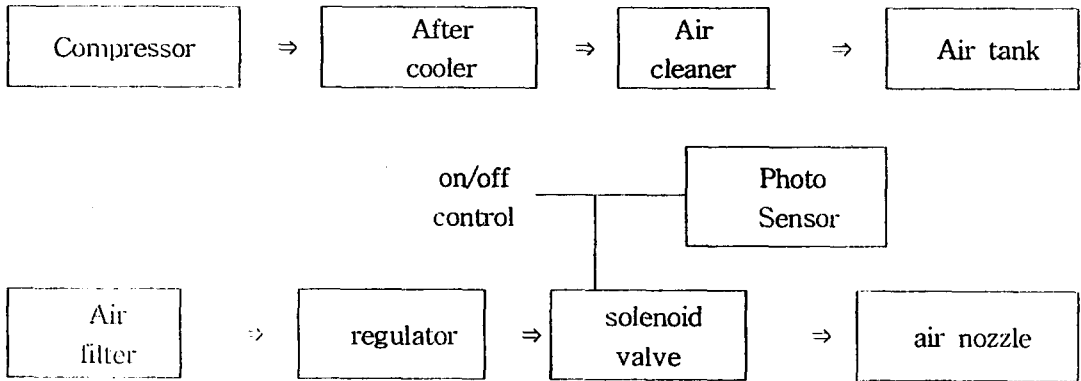


Fig. 1. Component diagram of air cleaning system

나. 시작기 제작

시작기는 과일선별기와 연계작업이 가능하며 세척방식은 압축공기 분사 노즐식으로 이송채인에 부착된 원형이송컵에 과일을 공급하면 이송되는 과일을 광센서가 감지하여 압축공기를 과일의 꼭지부분에 자동분사하고 불순물을 제거하도록 고안 제작 하였다. 시작기는 크게 압축공기분사시스템부,기계장치 제어부,이송부로 구성되어 있다. 압축공기 분사시스템은 공기 발생부로 컴프레서, 아프터쿨러, 에어탱크 공기청정정화부에는 에어클리너, 에어필터로 구성 되었으며 제어부는 on-off 제어밸브, 공기압력조절하는 레귤레이터, 포토센서에서 과일을 감지하면 콘트롤러 작동으로 조정된 타이머에의해 일정량의 공기가 노즐을 통하여 연속적으로 자동분사 하도록 하였으며, 압축공기 분사장치의 분사노즐부는 볼 스크류로 상하 조정되고 분사노즐 각도는 상하좌우 조절형으로 하였다. 이송장치는 스포라켓에 의해 구동되며, 이송채인을 속도별로 시험할 수 있도록 소형 변속모터를 사용하였고, 이송컵은 이송채인에 등간격으로 설치 하였으며, 이송컵의 아래부분을 뚫어 과일의 꼭지부에 공기 분사를 가능하게 하였고 세척된 과일은 배출대 위로 배출되도록 하였다. 또한 이송채인

이 원활하고 이송컵의 상하진동을 막기 위해 endless chain에 안내봉을 설치하였다. 시작기의 개략도를 그림2에 나타내었다.

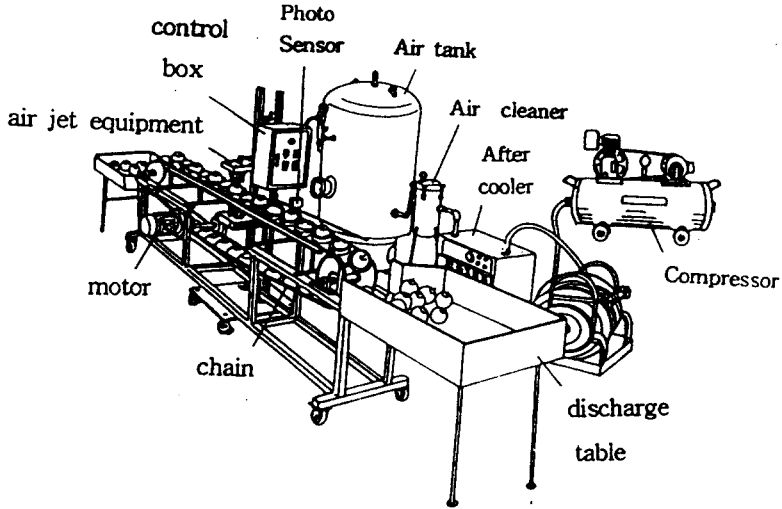


Fig. 2. Schematic diagram of the prototype

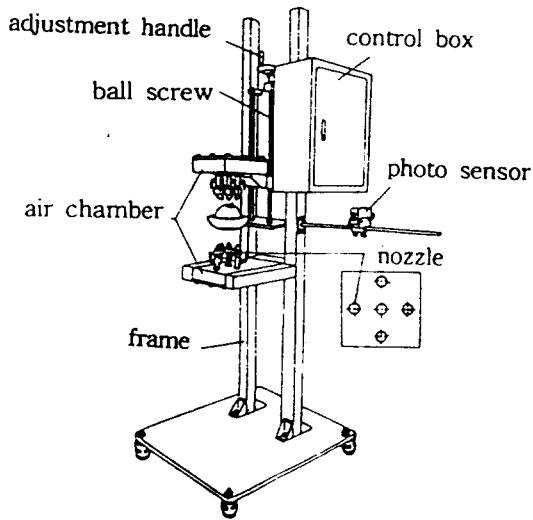


Fig.3. Schematic diagram of Air jet equipment

다. 시험방법

사과배 공기세척기의 성능시험은 적정 세척 조건을 구명하기 위하여 공기압력, 공기 분사각도, 과일 이송속도별 세척정도 및 작업성능을 조사하였으며, 작업성능은 이송속도 별로 실시하였고, 불순물 및 응에 제거율을 조사하기 위하여 과일의 꼭지부분을 확대경으로 관찰하였다. 그리고 실제 과일 수출단지에서 실용성을 검증하기 위하여 충남 천안 원협에서 생산한 배와 경북 청송에서 생산한 사과에 대하여 농가실증시험을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 이송속도, 공기압력 및 분사각도별 요인시험

표1에서 나타낸것과 같이 사과와 배의 세척정도를 체인의 이송속도(0.4~0.5m/sec) 공기 분사 압력(3~7kg/cm²) 그리고, 노즐 분사각도(60~90°)에 따라 요인시험을 실시한 결과 이물질 세척정도를 고려한 과일의 적정 이송속도는 0.45m/sec, 공기분사 압력은 5~7kg/cm² 분사 각도 60~90°범위에서 손상이 없었으며, 사과·배 모두 정밀도가 높아 세척기로서 우수한 기종으로 판단되었다.

< Table 1 > Pear wash measure of Prototype in different pressure and angle

이송속도 (m/sec)	공기압력 (kg/cm ²)	분사각도 (°)	세척정도	손상정도	비 고
0.45	3	60	×	없음	<ul style="list-style-type: none"> · 배: 신고 · 노즐구경: ϕ 2mm · 분사노즐수: 상: 5개 하: 5개
		90	×		
	5	60	○		
		90	○		
	7	60	○		
		90	○		

(주) \triangle 가루까지빌레 세척정도

○ : 100%제거, \triangle : 10%미만 잔류, × : 10%이상 잔류

\triangle 분사노즐과 과일과의 간격 : 1~6cm

< Table 2 > Apple wash measure of Prototype in different pressure and angle

이송속도 (m/sec)	공기압력 (kg/cm ²)	분사각도 (°)	세척정도	손상정도	비 고
0.45	3	60	△	없음	<ul style="list-style-type: none"> · 사과 : 후지 · 노즐구경: φ 2mm · 분사노즐수 상 : 5개 하 : 5개 · 용에접종 : 6~10마리/개
		90	△		
	5	60	○		
		90	○		
	7	60	○		
		90	○		

(주) < 용에 세척정도

○ : 100%제거, △: 10%미만 잔류, ×: 10%이상 잔류

< 분사노즐과 과일과의 간격 : 1~6cm

나. 과일세척 성능

사과·배 공기세척기의 세척성능은 컴프레서를 이용 에어건을 사용하는 관행방법과 비교하여 나타냈으며, 그 결과는 표3에 나타내었다. 시작기로 시험 하였을때 세척성능은 시간당 2,750개로 인력에 비해 11배 능률적으로 나타났으며, 이때 세척율도 양호하여 품질 손상도 거의 없는 것을 나타냈다.

< Table 3 > Working performance and wash measure

Manual		Prototype	
wash performance (EA/hour)	wash performance (EA/hour)	wash and damage measure	
		washed	damage
250	2,750	good	non

다. 농가실증시험.

조사 대상지역은 경북 청송 사과 수출단지에서 생산된 사과와 충남 성환 원협 수출단지에서 생산된 배의 현행 세척방법은 에어건을 이용한 인력작업에 의존하고 있었으며, 과일의 품종은 사과는 후지, 배는 신고를 공시재료로 사용하였다. 표4는 시작기의 작업성능 및 세척정도를 설문조사하여 나타낸 것으로 시작기의 성능은 (매우 능률적50%, 능률적40%, 보통 10%)로 성능이 우수한 것으로 나타났으며, 세척정도도 양호한 것으로 나타났다.

< Table 4 > Working performance and wash measure in the trial test

구 분	작업성능				세척정도		
	매우능률적	능률적	보통	비능률적	양호	보통	불량
배	70	20	10	-	80	20	-
사과	30	60	10	-	80	20	-
평균	50(10)	40(8)	10(2)	-	80(16)	20(4)	-

보급성 및 구입희망도에 대하여 표5에 나타났다. 보급 필요성은 사과·배 모두 100%로 보급이 필요한 것으로 나타났고, 구입 희망도(공동구입)100%로 나타나 보급 및 구입희망도가 높은 것으로 나타났다. 따라서 과수단지 및 과일수출단지에 사과·배 공기세척기를 보급해야 할 것으로 사료된다.

< Table 5 > Popularization and desire of purchase in the trial test

구 분	보급성			구입희망도		
	꼭필요	필요	불필요	공동구입	개인구입	구입안함
배	90	10	-	100	-	-
사과	60	40	-	100	-	-
평균	75(15)	25(5)	-	100	-	-

4. 요약 및 결론

본 연구는 사과·배의 세척작업을 손상없이 효과적으로 세척하기 위하여 압축공기 노즐 분사식으로 하였다. 과일 선별장치에 연계 작업이 가능하며, 광센서를 이용하여 이동하는 과일을 감지하면 압축공기를 상하 분사노즐로부터 과일의 상하 꼭지부위에 자동분사하여 사과·배를 세척할 수 있는 공기세척기를 개발하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 압축 공기 분사시스템은 컴프레서, 에프터쿨러, 에어클리너, 에어탱크, 메인필터, 라인필터, 레귤레이터, 제어밸브, 포토센서, 분사노즐, 컨트롤러로 구성되어 있다.

나. 컴프레서에서 발생한 공기가 에프터쿨러를 통과하면서 공기를 냉각한후 수분을 제거 하며, 에어클리너에 의해 먼지 및 불순물을 제거한 후에 에어탱크에서는 맥동방지와 급격한 압력 상승을 줄일수 있고 또한 방열 효과를 높일수 있어 과일의 손상 및 센서의 민행을 최소화 할 수 있도록 하였으며, 에어필터에서는 최종으로 미세 불순물과 응축수, 유분을 제거 하도록 하였으며, 레귤레이터를 부착하여 공기압력을 조절할 수있도록 하였다.

나 분사 노즐부 상하에는 에어챔버와 분사노즐이 설치되었고,노즐수는 상하 각각 5개를 설치하였으며 공기압력에 따른 이론공기량 산출 결과 최대 975.6 l/min를 필요로 하였다. 이상치는 볼스크류로 상하 높이와, 분사노즐 각도 및 분사압력을 조절하도록 하였다.

라. 동력원은 이송체인 주속도별로 시험 할 수 있도록 소형 민속모터를 사용하였고, 이송체인 구동은 스포라켓 체인을 이용하였고, 이송체인에 원형이송컵을 등간격으로 설치하였다. 그리고 이송체인이 원활하고 이송컵의 상하진동을 막기 위해 endless chain에 안내봉을 설치하였다.

마. 사과와 배로 성능시험을 실시한 결과 이물질 세척정도를 고려한 과일의 적정 이송속도는 0.45m/sec , 공기분사 압력은 5~7kg/cm², 분사각도는 60~90 ° 범위였다. 이때 세척성능은 시간당 2,750개로 인력보다 11배 능률적으로 나타났다.

바. 경제성은 시작기 69,662원/10,000개로써 인력 151,000원/10,000개에 비하여 53% 정도의 경비절감 효과가 있는것으로 나타났다

사. 농가 실증시험에서 시작기는 작업성능이 높고 세척정도가 양호하며, 보급 및 구입 희망도가 높아 실용성이 있는 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. 編輯部 譯. 1993. 空氣壓 技術과 電氣制御. 機電研究社.
2. 空氣技術研究會 編. 1993. 空氣壓技術 實務메뉴얼. 機電研究社.
3. 金常鎭,宋宇允. 1994. 공기압 시스템. 성안당.
4. 農村振興廳 1990. 農畜産物의 生産需要 動向과 國際競爭力.418-440.
6. 농림부.1996. 농림수산통계년보.

control box After cooler 공기분사장치 Air cleaner photo-sensor

다. 분사 노즐부 상하에는 에어챔버와 분사노즐이 설치되었고, 노즐수는 상하 각각 5개를 설치하였으며 공기압력에 따른 이론공기량 산출 결과 최대 975.6 l/min를 필요로 하였다. 이장치는 볼스크류로 상하 높이와, 분사노즐 각도 및 분사압력을 조절하도록 하였다.

라. 동력원은 이송체인 주속도별로 시험 할 수 있도록 소형 변속모터를 사용하였고, 이송체인 구동은 스포라켓 체인을 이용하였고, 이송체인에 원형이송컵을 등간격으로 설치하였다. 그리고 이송체인이 원활하고 이송컵의 상하진동을 막기 위해 endless chain에 안내봉을 설치하였다.

마. 사과와 배로 성능시험을 실시한 결과 이물질 세척정도를 고려한 과일의 적정 이송속도는 0.45m/sec, 공기분사 압력은 5~7kg/cm², 분사각도는 60~90° 범위였다. 이때 세척성능은 시간당 2,750개로 인력보다 11배 능률적으로 나타났다.

바. 경제성은 시작기 69,662원/10,000개로서 인력 151,000원/10,000개에 비하여 53% 정도의 경비절감 효과가 있는 것으로 나타났다

사. 농가 실증시험에서 시작기는 작업성능이 높고 세척정도가 양호하며, 보급 및 구입 희망도가 높아 실용성이 있는 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. 編輯部 譯. 1993. 空氣壓 技術과 電氣制御. 機電研究社.
2. 空氣技術研究會 編. 1993. 空氣壓技術 實務메뉴얼. 機電研究社.
3. 金常鎭, 宋宇允. 1994. 공기압 시스템. 성안당.
4. 農村振興廳 1990. 農畜産物의 生産需要 動向과 國際競爭力. 418-440.
6. 농림부. 1996. 농림수산통계연보.