

착색단고추 세척기 개발

김영근¹ · 윤홍선¹ · 최중섭^{2*} · 이영희¹

¹국립농업과학원, ²경북대학교 기계공학전공

Development of a Washing Machine for Paprika

Young Keun Kim¹, Hong Sun Yoon¹, Jung Seub Choe^{2*}, Young Hee Lee¹

¹National Academy of Agricultural Science, Suwon, 441-100, Korea

²Department of Mechanical & Automotive Engineering, Kyungpook National University, Sangju, 742-711, Korea

(Received: August 1th, 2011; Revised: August 19th, 2011; Accepted: September 5th, 2011)

Abstract

The amount of export of paprika has been increased rapidly in recent years. Therefore, its cultivation area has greatly increased in Korea according to current consumer's attraction. Moreover, it becomes one of the major exporting products while it recorded 53 million dollars, in 2009 resulting in 40% of the total vegetables export. Most of the products are exported to Japan, but it is necessary to prolong the quality preservation periods to export paprika to nations like U.S.A. or EU. However, to encourage an export to many countries, washing and disinfection became more important to deal with longer transportation and medical inspection. The non-chemical use is very important due to stronger regulation of safety to agricultural production. Accordingly, this study was performed to determine the optimum conditions and develop a prototype washing machine, hot water washing of paprika. The results were as follows :

The working performance of the prototype was 938 kg/hr, and which was 1.5 times higher than the conventional air gun type washing machine. The operation cost of prototype was 30 won/kg, and 56% of the cost was reduced when compared with air gun type washing machine.

Keywords : Paprika, Hot water, Washing

1. 서론

착색단고추는 1994년 우리나라에 처음 도입된 이래 재배가 꾸준히 증가하여 2009년 말 현재 재배면적은 410 ha, 생산량은 36,000톤에 이르고 있다. 그 이듬해인 1995년에 일본에 수출하기 시작한 이래 그 양이 매년 급증하여 2009년도에는 수출액이 5,300만 달러로 우리나라 채소류 전체 수출액의 약 40%를 차지하고 있으며, 특히 국내 생산의 90% 이상을 일본으로 수출하고 있고, 일본 수입시장의 70%를 점유하는 성

공적인 수출품목으로 되었다. 앞으로 가격 및 품질경쟁력을 더욱 높인다면 네덜란드산과 뉴질랜드산을 대체할 수 있을 것으로 전망되며, 시장개방 등으로 어려움을 겪고 있는 우리나라 농업을 수출농업으로 육성할 수 있는 가능성과 희망을 제시하고 있는 효자 작목이라 할 수 있다(Agriculture Prospect, 2008).

그러나, 착색단고추의 수출확대와 수출국 다변화를 위해서는 저장기간 연장 및 안전성 규제 강화에 대처할 수 있게 수확후의 세척과정이 반드시 필요한데, 특히 소비자에게 신뢰감을 줄 수 있는 비화학적 세척방법이 필수적이라 할 수 있다. 비화학적인 세척방법의 하나로 열수를 이용하는 방법이 있는데, Fallik 등(1999, 2000)은 열수를 이용한 세척으로 청

*Corresponding author: Jung Seub Choe
Tel: +82-54-530-1276; Fax: +82-54-530-1278
E-mail: jschoe@knu.ac.kr

과물의 부패율이 줄어들어 저장성이 높아졌다고 보고하였다. 열수를 이용한 세척방법은 청과물의 미생물 및 곰팡이포자를 감소시키고 사멸시키는데 효과적이고 염소수, 오존수, 이온수에 비해 산화에 의한 청과물의 표피손상이 적으며 대량의 세척수 조제가 용이하다는 장점이 있다(NAMRI, 2002, RDA, 2005). 이와 같은 선행연구결과를 참고하여 본 연구에서는, 착색단고추의 신선도 유지 및 부패억제, 상품성 향상을 위한 일관 세척작업용 착색단고추 열수세척기를 개발하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

착색단고추 열수세척기를 개발하기 위한 첫 단계로서 먼저 열수 및 브러시의 적정 세척조건을 구명하기 위한 세척시험장치를 제작하여, 각 조건별 표피손상, 세척 및 부패 정도, 미생물 배양 시험을 행하였다. 이를 근거로 열수 세척기를 개발하고 그 성능을 평가하였으며, 구체적인 재료 및 시험방법은 다음과 같다.

가. 적정 세척조건 구명 시험

1) 세척 시험장치

열수 및 브러시 세척효과를 구명하기 위하여 그림 1과 같은 시험장치를 제작하였다. 시험장치는 열수온도, 세척브러시 회전수, 브러싱 시간 등의 조절이 가능하고, 브러시는 일반적으로 농산물 세척에 널리 사용되고 있는 재질과 크기로 제작하였다. 시험장치의 제원은 표 1과 같다.

2) 세척시험 내용 및 방법

열수 및 브러시의 세척효과를 구명하기 위하여, 열수온도를 45℃, 50℃, 55℃, 브러시회전수는 40 rpm, 50 rpm, 60 rpm, 브러싱 시간은 10초, 20초, 30초로 각각 설정하여 각 조건하에서 세척시험을 실시하였다. 시험에 이용한 착색단고추의 품종은 피에스타(노란색)로, 열수온도별, 브러시회전수별, 브러싱시간별로 대형크기(180~220 g)의 착색단고추 각각 100개씩 선별하여 3반복 시험을 실시하였다. 표피손상은 세척 전·후의 착색단고추의 표피상태를 육안으로 관찰하여 판별하였다. 세척정도는, 세척전과 세척후의 색도를 색도측정기(CR-200, Minolta, Japan)로 측정하여 표피의 색차(color difference, ΔE)로 나타내었다. 색차(color difference)란 두 색(여기서는 세척전과 세척후의 색도)의 차이를 시각적 개념에서 수치적 개념으로 표현한 것으로, 아래 식 (1)로 산출된다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (1)$$

여기에서, L, a, b의 각 값이 갖는 의미는 L은 밝기를 나타내고, a가 +값이면 적색 색상의 정도를, -값이면 녹색 색상

의 정도를 나타내며, b가 +값이면 황색 색상의 정도를, -값이면 청색 색상의 정도를 나타낸다.

부패정도는, 대형크기(180~220 g)의 착색단고추 각각 100개씩 선별 3반복 세척시험을 실시한 후 10℃로 30일간 저장하여, 같은 조건하에 저장한 미세척 착색단고추와 비교·조사하였다. 세척에 의한 미생물 제거효과는 세척 착색단고추와 미세척 착색단고추에 부착되어있는 미생물(세균과 곰팡이)수를 측정하여 그 차이로 평가하였으며, 측정방법은 비커에 열수세척 및 미세척 착색단고추를 각각 멸균증류수 500 ml와 함께 넣고, 진탕기로 진탕(100 rpm, 90분)한 후, 세균의 경우는 진탕액을 NA배지에 0.02 ml 도포하여 28℃에서 2일간, 곰팡이의 경우는 진탕액을 PDA배지에 0.1 ml 도포하여 25℃에서 3일간 배양한 후 배지에 번식된 총 균수를 측정하였다.

나. 시작기 제작

세척시험의 결과를 근거로, 착색단고추 열수세척장치를 설계하여 시작기를 제작하였다. 시작기는 투입부, 세척부, 건조

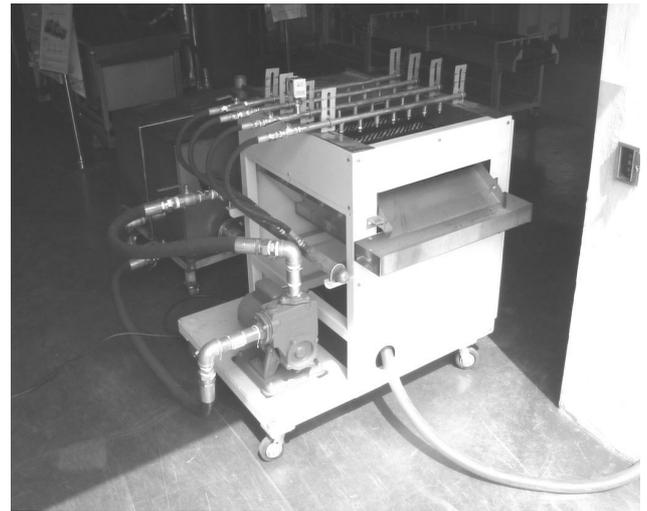


Fig. 1 Experimental washing equipment.

Table 1 Dimension of experimental washing equipment

Items	Dimension
Size (L×W×H, mm)	1,000×1, 100×900
Type	Water jet nozzle and heater
Jet pressure (kgf/cm ²)	0~0.6
Control of pressure	Open and shut discharge rate
Control of rotation speed	Inverter control
Rotation speed (rpm)	20~80
Size of brush (mm)	120 (φ) × 700 (L)
Length and material of brush	20 mm, soft PE
Power source	Geared motor

부 및 배출작업이 연속적으로 이루어지는 일관작업형으로, 그 구체적인 제원은 결과 및 고찰 부분에 나타내었다.

다. 시작기 성능시험

시작기는 투입부 및 세척부의 이송속도별 착색단고추의 표피손상률, 건조부의 온풍 온도 및 이송컨베이어 속도별 착색단고추의 건조상태, 세척이송속도 및 열수온도별 부패율로 그 성능을 평가하였다. 시험에 이용한 착색단고추는 각각의 요인별로 대형크기(180~220 g) 착색단고추 10상자(200개)를 선별하여 3반복 실시하였다.

또한, 열수온도 및 세척시간별로 세척시험을 한 후 10℃에서 15일간 저장한 후 착색단고추의 경도를 측정하였다. 측정방법은 Fallik 등(1999)이 사용한 시험방법을 참고하여, 그림 2와 같이 물성측정기(TA-HD, Stable Micro System, Haslemere, England)에 평판 프로브를 장착하여 지지대에 고정시킨 착색단고추에 압축속도 2 mm/s, 압축거리 5 mm, 하중 2 kgf로 압축한 후 하중 해제 시, 변형량을 측정하여 경도값으로 나타내었다. 이 때, 변형량(mm)이 2보다 작으면 매우 단단함, 2와 3사이면 단단함, 3보다 크면 연함으로 판정하였고, 각 요인별로 30개씩 3반복 측정하였다(Fallik et al., 1999).

세척 전후의 착색단고추의 색깔변화는 세척조건 구명시험에서와 마찬가지로 색도측정기로 측정된 값을 식 (1)에 대입하여 색차를 산출함으로써 평가하였다.



Fig. 2 Scene of measuring hardness.

3. 결과 및 고찰

가. 세척조건 구명

1) 표피손상률

열수온도, 브러시 회전수, 브러싱 시간 별로 세척시험을 실시하고, 착색단고추의 표피손상률을 조사한 결과, 착색단고추의 표피손상률은 표 2에서 보는 바와 같이, 세척수온도 50℃, 세척시간 20초 이하에서는 브러시회전수 40~60 rpm의 전 범위에서 표피손상이 전혀 없는 것으로 관찰되었다. 하지만 브러시 회전속도 60 rpm, 세척수 온도 50℃ 이상, 세척시간 30초 이상의 조건에서는 0.5%의 손상률이 관찰되었다. 이를 근거로, 손상이 발생되지 않는 착색단고추의 적정(안전) 세척조건은 세척수 온도 50℃, 세척시간 20초, 브러시 회전속도 50 rpm 정도인 것으로 판단되었다. 물론 회전속도를 그 이상으로 높이고 세척시간을 줄이거나, 세척시간을 늘이고 회전속도를 줄이는 등등의 여러 가지 손상이 발생하지 않는 경우를 생각할 수 있으나, 높은 수준의 안전을 고려하면 위에 언급한 적정조건이 가장 타당할 것으로 판단되었다.

2) 세척 정도

표 3은 세척효과를 알아보기 위하여, 세척전(미세척)의 시료와 각각의 조건에서 세척한 후의 시료의 색도를 측정하여 색차를 산출한 것이다. 표 3에서와 같이 45~55℃ 열수온도 범위에서 색도변화(ΔE)가 나타났으며 열수온도 50℃에서 세척효과가 가장 높은 것으로 나타났다. 이 결과는 위의 손상률 측면에서의 적정조건과도 완전히 일치한다.

3) 부패정도

열수세척에 의한 착색단고추의 부패감소 효과를 알아보기 위하여 열수 및 상온수(20℃)로 세척한 착색단고추와 세척하지 않은 착색단고추를 10℃ 저장고에 30일간 저장한 후 부패율을 분석하였다. 세척 후 저장기간별 부패율을 조사한 결과 세척온도에 관계없이 열수로 세척한 착색단고추의 부패율이 상온수 세척 및 미세척의 경우보다 월등히 낮게 나타난 것으로 보아 열수세척이 저장기간을 연장시키는데 매우 효과적일

Table 2 Damage ratios of the paprika skin at various rotation velocities of brush, water temperatures, and washing times (%)

Speed of revolution (rpm)	Water temperature (°C)								
	45			50			55		
	Washing time (sec)			Washing time (sec)			Washing time (sec)		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0.5

Table 3 Variation of chromaticity after washing (ΔE)

Speed of revolution (rpm)	Water temperature (°C)								
	45			50			55		
	Washing time (sec)			Washing time (sec)			Washing time (sec)		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30
40	2.65	3.19	2.21	3.32	2.64	3.09	2.46	2.36	2.93
50	2.41	2.85	3.80	5.11	5.80	4.79	2.93	2.23	2.40
60	2.41	2.29	3.12	3.77	3.40	3.25	3.68	2.87	1.83

※ NBS unit (ΔE): 1.5~3.0 (Noticeable), 3.0~6.0 (Appreciable)

것으로 판단된다. 표 4는 브러시 회전속도를 50 rpm으로 고정하고, 다양한 세척시간 및 세척수 온도 조건에서 세척한 후 10°C로 30일간 저장한 다음 조사한 부패율을 나타낸 것으로, 열수온도 50°C, 세척시간 20초에서 부패율이 18.2%로 가장 양호한 것으로 나타났다. 그림 3은 열수세척, 상온수세척, 미세척의 부패정도를 사진으로 나타낸 것이다.

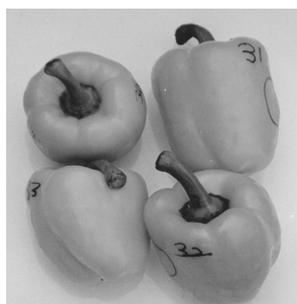
4) 미생물 제거

열수세척에 의한 미생물의 감소효과를 알아보기 위하여, 열수세척 착색단고추와 미세척 착색단고추의 미생물(세균과

곰팡이)수를 각각 측정하여 그 차이로 세척효과를 분석하였다. 표 5와 그림 4는 각각의 조건에서 열수세척을 한 착색단고추의 미생물수를 세척하지 않은 경우와 비교한 것이다. 표 5와 그림 4에서 보는 바와 같이, 열수세척을 함으로써 미생물수가 현저하게 줄어 열수에 의한 미생물 제거효과가 명료하게 확인되었다. 다만, 세척수 온도를 높일수록 미생물제거효과는 크나, 표피상태, 세척정도, 부패정도 등을 종합적으로 고려하면 세척수 온도는 55°C 이하로 유지하는 것이 좋을 것으로 판단되었다. 이상과 같이 표피손상률, 부패 및 세척정도를 분석한 결과, 세척수 온도 50°C, 세척시간 20초, 브러시

Table 4 Decomposition ratios at various washing times and water temperatures

Washing time (sec)	Water temperature (°C)				No washing
	20 (Ordinary temperature)	45	50	55	
10	68.2	36.4	27.3	36.4	86.4
20	63.6	22.7	18.2	45.5	
30	40.9	27.3	22.7	54.5	



Hot water washing



Ordinary temperature washing



No washing

Fig. 3 Comparison of degree of decomposition at various washing condition.

Table 5 Variation of the total number of fungi and bacteria in hot water washing (Brush speed: 50 rpm, Washing time: 20 sec)

Washing	Water temperature (°C)	Total number of fungi and bacteria (cfu/ml)		Rate of removal (%)	
		Bacteria	Fungi	Bacteria	Fungi
Washing	45	1.64×10 ⁴	0.60×10 ²	56.6	83.5
	50	0.87×10 ⁴	0.37×10 ²	77.0	89.8
	55	0.33×10 ⁴	0.27×10 ²	91.3	92.6
No washing		3.78×10 ⁴	3.64×10 ²	-	-

회전속도 50 rpm으로 세척했을 경우가 가장 이상적인 것으로 나타났는데 이는 표피손상률이 낮고, 세척상태가 양호하면 부패율도 낮아지게 되며, 이와 같은 3가지의 평가지표는 상호 관련성이 있는 것으로 판단된다.

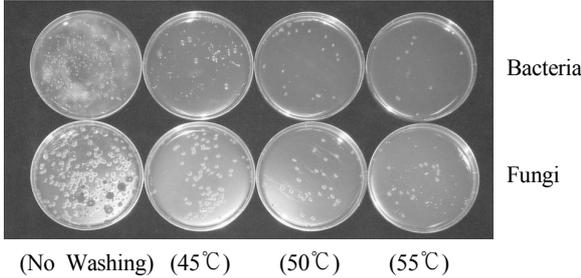


Fig. 4 Comparison of the total number of fungi and bacteria after hot water washing.

나. 시작기 제작

세척시험에서 얻은 적정세척조건을 충족시킬 수 있는 착색 단고추 열수세척기를 그림 5와 같이 제작하였다.

러그가 부착된 경사컨베이어가 착색단고추를 세척부로 이송하는 투입부, 상온수(상부와 측면) 및 회전브러시(하부)로 1차 세척을 하고 히터가 데운 열수(상부와 측면) 및 회전브러시(하부)로 2차 세척을 하는 세척부, 에어커튼에 의한 공기분사(상부) 및 탈수롤러(하부)로 착색단고추 표면의 물기를 제거한 후 테프론 벨트컨베이어로 이송하면서 상부에서 온풍을 불어주어 표피를 말리는 건조부, 건조된 착색단고추를 배출하는 배출부, 이러한 일련의 과정을 제어하는 제어장치로 구성되어 있다. 구체적인 제원은 표 6과 같다.

다. 시작기 성능시험

시작기는, 투입부 및 세척부의 이송속도별 착색단고추의 표피손상률, 건조부의 온풍 온도 및 이송컨베이어 속도별 착색단고추의 건조상태, 세척이송속도 및 열수온도별 부패율로 그 성능을 평가하였다.

1) 표피손상률

시작기의 투입컨베이어 속도 및 세척부의 이송컨베이어의 속도에 따른 착색단고추의 표피손상률을 표 7에 나타내었다. 표피손상률은 투입컨베이어속도 및 세척부 이송컨베이어의 속도가 빠를수록 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 세척부의 이송컨베이어 속도를 0.2 m/s로 했을 경우, 투입컨베이어 속도를 0.05 m/s로 느리게 하여도 1.2%의 손상이 발생하여, 표피손상률은 세척부의 이송컨베이어 속도에 더 크게 영향을 받는 것으로 분석되었다.

2) 표면 건조 상태

시작기로 세척한 착색단고추의 건조상태를 알아보기 위하여 건조부 온풍온도, 이송컨베이어 속도에 따른 착색단고추의 표면 건조상태 변화를 조사하였다. 표 8에서 보는 바와 같이 건조부 온풍온도 45°C, 건조부 이송컨베이어속도 0.05 m/s에서 건조상태가 가장 우수하였으며, 건조공정 후에도 꼭지부분 등에 소량 남아있는 물기는 착색단고추의 품온 등에 의해 바로 자연건조되는 것(Good)으로 나타났다.

3) 부패정도

세척후의 저장성 향상 정도를 평가하기 위하여 부패율을 산출하였다. 세척부 이송속도 및 세척수 온도별로 세척을 한

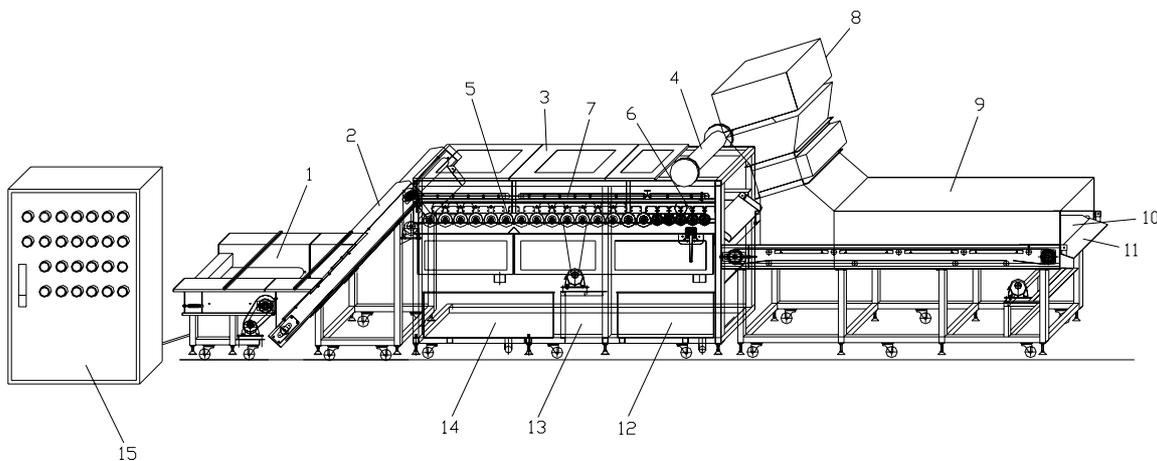


Fig. 5 Structure of the prototype washing machine using hot water for paprika.

Table 6 Specification of prototype washing machine for paprika

Item		Type and dimension	
Type		Assembly line work (input-washing- drying-discharging)	
Size of body (L × W × H, mm)		8,030 × 950 × 2,500	
Input part	Hopper	Size (L × W, mm)	800 × 500
		Power transmission	Geared motor (200W), Inverter control
	Slope conveyer	Size (L × W × H, mm)	1,935 × 500 × 1,715
		Power transmission	Geared motor (200W), Inverter control
Washing part	Size (L × W × H, mm)		2,725 × 675 × 2,500
	Washing line		Brush + Water injection nozzle (1/8')
	Power transmission		Geared motor (400 W), Inverter control
	Capacity of pump and curtain fan		Pump (0.75 kW × 2), Fan (1.5 kW)
	Capacity of water tank		Ordinary water (600l), Hot water (600l)
Drying part	Capacity of heater (kW)		10 (5 kW × 2)
	Size (L × W × H, mm)		2,700 × 750 × 2,800
	Power transmission		Geared motor (400 W), Inverter control
	Capacity of fan heater (kW)		10
	Capacity of air blower (kW)		1.5
Material of conveyer belt		Teflon	

Table 7 Damage ratios of the paprika skin at various speeds of input slope conveyer and washing conveyer (%)

Speed of input slope conveyer (m/s)	Speed of washing conveyer (m/s)			
	0.05	0.10	0.15	0.20
0.05	0	0	0	1.20
0.1	0	0.40	0.80	1.60

Table 8 Grades of dried paprika at the various temperatures of warm current of air and the speeds of washing conveyer

Temperature of warm current of air (°C)	Speed of washing conveyer (m/s)		
	0.05	0.07	0.10
35	Good	Good	Poor
40	Good	Good	Good
45	Excellent	Good	Good

착색단고추를 10°C로 30일간 저장한 후 그 부패정도를 관찰한 결과를 그림 6에 나타내었다. 그림 6에서 보는 바와 같이 상온수(20°C)세척의 부패율은 열수세척의 그것보다 최고 4배 이상 높은 것으로 나타났다. 열수온도는 50°C에서 부패율이 가장 낮았고, 그보다 낮거나 높으면 모두 증가하는 것으로 나타났다. 세척부 이송속도는 0.15 m/s에서 부패율이 가장 낮았고, 이 역시 그보다 낮거나 높으면 모두 증가하는 것으로 나타났다.

4) 경도변화

경도는 착색단고추의 신선도와 직접적인 관련이 있어서 상품성을 나타내는 가장 중요한 요소이다. 열수세척이 착색단고추의 경도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 미세척 착색

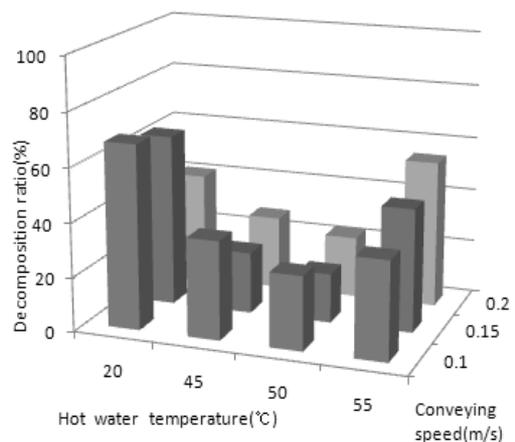


Fig. 6 Decomposition ratios at various speeds of washing conveyer and the temperature of washing water.

Table 9 Hardness of paprika at various washing times and temperatures of washing water

Washing time	20°C (Ordinary temperature)	45°C	50°C	55°C	No washing
10s	3.37	3.07	2.82	3.01	3.90
20s	3.58	3.46	2.53	2.99	

※ Less than 2: Very hard, 2~3: Hard, More than 3: Soft

Table 10 Economic analysis of the washing machine for paprika

Item		Prototype machine (Water washing)	Traditional machine (Air washing)
Price (₩)		56,000,000	30,000,000
Endurance period (year)		7	7
Annual usage (hr)		1,440	1,440
Annual fixed costs (₩/year)	Depreciation cost	8,000,000	4,285,714
	Repair cost	3,360,000	1,800,000
	Interest	1,400,000	750,000
	Subtotal	12,760,000	6,835,714
Fixed costs per hour (₩/hr)		8,861	4,747
Variable cost per hour (₩/hour)	Labor charge	18,800	42,297
	Electric charges	179	107
	Subtotal	18,979	42,404
Costs per hour (₩/hr)		27,840	42,511
Operating efficiency (kg/hr)		938.0	625.0
Costs per unit weight (₩/kg)		29.7	68.0
Costs ratio (%)		44	100

※ Interest rate: 5 %/year

Repair cost coefficient: 6 %/year

Disuse price: 0% of intake value

Labor charge (one person, woman): 37,597 ₩/day (8 hrs)

Electric charges: Electric for agriculture (Basic charge: 1,060 ₩/kWh, Electric rates: 36.1 ₩/kWh)

Contract electric power: 40 kW

단고추와 상온수(20°C) 및 45, 50, 55°C의 열수로 각각 10, 20, 30초 세척하고, 10°C로 15일간 저장한 후 경도를 측정하였다. 표 9에 그 결과를 나타내었다. 표 9에서 보는 바와 같이, 미세척의 경우에 경도가 가장 낮았고, 열수온도 50°C, 세척시간 20초의 경우가 가장 단단한 것으로 나타났다. 시작기의 작업성능 등은 경제성 분석을 포함하여 표 10에 구체적으로 나타내었다.

라. 경제성 분석

표 10에 착색단고추 열수세척기의 경제성 분석 내용을 나타내었다. 시작기의 작업성능은 938 kg/hr로 기존의 공기세척기 625 kg/hr에 비해 1.5배 능률적이었다. 시작기의 단위중량당 소요경비는 30 ₩/kg으로 관형의 공기세척기 68 ₩/kg에 비하여 56%의 경비절감 효과가 있는 것으로 분석되었다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는, 착색단고추의 신선도 유지 및 부패억제, 상품성 향상을 위한 일관 세척작업이 가능한 착색단고추 열수 세척기를 개발하였다. 세척수 및 브러시의 적정 세척조건을 구명하기 위하여, 각 조건별 표피손상, 세척 및 부패 정도, 미생물 제거 정도를 분석하고 이를 바탕으로 시작기를 제작하여 그 성능을 평가하였다. 그 구체적인 결과는 다음과 같다.

- (1) 적정 세척조건 구명 시험 결과 표피손상률, 부패 및 세척정도 모두, 세척수 온도 50°C, 세척시간 20초, 브러시 회전속도 50 rpm이 최적인 것으로 나타났다.
- (2) 시작기의 세척성능 시험에서, 표피손상률은 투입컨베이어속도 및 세척부 이송컨베이어의 속도가 빠를수록 증가하는 것으로 나타났다.

- (3) 세척후의 건조상태는, 온풍온도 45℃, 건조부 이송컨베이어속도 0.05 m/s에서 가장 우수하였다.
- (4) 부패율은 세척수 온도 50℃, 세척부 이송속도 0.15 m/s에서 상온수(20℃) 세척의 1/4수준으로 가장 낮게 나타났다.
- (5) 경도는 세척수 온도 50℃, 세척시간 20초의 경우가 가장 단단한 것으로 나타났다.
- (6) 시작기의 작업성능은 938 kg/hr로 기존의 공기세척기 625 kg/hr에 비해 1.5배 능률적이었으며, 소요경비는 30 ₩/kg로 기존의 공기세척기 68 ₩/kg에 비해 56%의 경비절감 효과가 있는 것으로 나타났으며, 본 연구에서 개발한 착색단고추 세척기가 농가소득 증대에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. Fallik, E., Shoshana Grinberga, Sharon Alkalaia, Oded Yekutielib, Aharon Wiseblumb, Rafi Regevb, Hagai Beresb, Eli barevb. 1999. A Unique Rapid Hot Water Treatment to Improve Storage Quality of Sweet Pepper, *Postharvest Biology and Technology* 15, pp 25-32.
2. Fallik, E., Oded Yekutielib, Aharon Wiseblumb, Rafi Regevb, Hagai Beresb. 2000. Reduction of Postharvest Losses of Galia Melon by a Short Hot-Water Rinse, *Plant Pathology* 49, pp 333-338.
3. KREI. 2008. *Agriculture Prospect 2008*.
4. NAMRI. 2002. *Technology of Cold Chain System-Horticulture and Vegetable*. International Symposium for Improvement of Cold Chain System-Horticulture.
5. RDA. 2005. *Agricultural Engineering of Annual Report 2004*. 539-548.