

비닐하우스 내 태양초 생산을 위한 고추 자동 교반장치 개발

하유신¹ · 김기동² · 남상헌¹ · 손철민¹ · 구건효³ · 이기명¹ · 황부원⁴ · 김진현^{5*}

¹경북대학교 생물산업기계공학과, ²한양테크, ³구미1대학 조경학과,
⁴청송농업기술센터, ⁵경북대학교 산업기계공학과

Development of the Red Pepper Auto-tedding Machine for the Production of Taeyangcho in Greenhouse

Yu Shin Ha¹, Ki Dong Kim², Sang Heon Nam¹, Chul Min Son¹, Geon Hyo Koo³, Ki Myung Lee¹,
Bu Won Hwang⁴, Jin Hyun Kim^{5*}

¹Dept. of Bio-Industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University, 702-701, Daegu, Korea

²HanyangTech Company, 702-051, Daegu, Korea

³Dept. of Landscape Architecture, Gumi-1 Collage, 730-711, Gumi, Kyungbuk-do, Korea

⁴Cheongsong Agriculture Technology & Extension, 763-802, Cheongsong-gun, Kyungbuk-do, Korea

⁵Industrial Mechanical Engineering, Kyungpook National University, 742-170, Sang-ju, Kyungbuk-do, Korea

(Received: September 5th, 2011; Revised: September 26th, 2011; Accepted: October 5th, 2011)

Abstract

This study was carried out to test a red pepper tedding factors which is needed for design and development of an auto-tedding machine and a performance. According to this test, the results can be summarized as follows: The results of the tedding factors test according to shape of rotary blade, which is the 0.4 to 0.5 mm brush type, was found to be the most appropriate. As a result of tedding ratio which includes brush diameters, driving velocities and rotation velocities, there was generally no significance difference, but the red pepper tedding efficiency was found to be 39.7%. The moisture drying rate of red pepper was found to be 0.9 %w.b./h in prototype auto-tedding machine and 0.4 %w.b./h in traditional practice. The drying time was found to be 3 days in prototype auto-tedding machine and the traditional practice was 6 days. The average variable coefficient of the red pepper moisture content was found to be 16.8% in prototype auto-tedding machine in comparing with the traditional practice of 35.0%. This test showed a difference around two times, and this difference was evaluated to be the reason for irregular drying and different drying times.

Keywords : Tedding machine, Red pepper, Brush, Drying, Taeyangcho

1. 서론

고추는 건조방법에 따라 태양초와 화건초로 구분되며, 태양초는 자연의 태양열로 건조하는 것이며 화건초는 화력 건

조실에서 열에 의해 건조하는 방식이다. 70~80%의 농가는 농산물 건조기를 이용하여 열풍에 의한 화력건조를 하고 있고, 20~30%의 농가는 노지 또는 비닐하우스에서 태양열을 이용하며 흐리거나 비오는 날이 있으면 고추의 품질저하와 건조시간을 줄이기 위하여 온풍기나 온수보일러를 겸용으로 한 태양열 건조를 하고 있다(Cho et al., 2000).

최근에는 태양초가 20~30%의 높은 시중가격에 거래되고

*Corresponding author: Jin Hyun Kim
Tel: +82-54-530-1274; Fax: +82-54-530-1278
E-mail: jinhyun@knu.ac.kr

있어 태양초를 대량으로 생산하는 농가가 증가하고 있으며, 대량으로 고추를 건조할 때에는 비나 이슬, 벌레 등의 기타 외부조건으로부터의 피해 등을 예방하기 위하여 노지건조보다는 대부분 비닐하우스에서 건조를 하고 있다(Kim et al., 2004; Kim, 2010). 또한, 비닐하우스 고추건조는 노지건조보다 건조시간이 단축되어 소요에너지 측면에서 유리하며(Kooli et al., 2007), 건조방법에 따라 품질의 차이가 크지만 비닐하우스에서 건조한 고추가 농산물 건조기에서 건조한 고추에 비해 설탕 등 외관상의 형질과 당 함량이 높은 것으로 나타났다(Choi et al., 1997; Kim, 1974).

일반적으로 비닐하우스에서의 고추건조 방법은 태양초의 품질을 높이기 위하여 작업자가 비닐하우스 내부에서 고추를 뒤집어서 건조촉진과 균일한 건조가 되도록 한다(Lim et al., 2006). 그러나 비닐하우스에서 고추를 건조하는 8~9월에는 비닐하우스 내부온도가 70℃ 이상으로 높아 1일 1회 이상 뒤집는 작업이 어렵고, 1회 뒤집는 시간도 2시간 이상이 소요되어 열악한 작업환경과 노동력이 과다한 실정이다(Kim, 2010). 이를 위하여 Kim 등(1995)과 Kim(2010)은 비닐하우스 내에서 고추 교반시 열악한 작업환경 개선과 노동력을 줄이고, 건조시 건조촉진과 균일한 건조가 될 수 있는 교반장치의 필요성을 제시하였다.

본 연구는 비닐하우스 내에서 태양초 생산시의 문제점을

개선하기 위하여, 작업환경 개선과 노동력 및 소요에너지를 줄일 수 있는 고추 자동 교반장치를 개발하는데 있다. 이를 위하여 고추 교반시에 고추의 물리적인 손상을 최소화하며 교반이 잘 되는 여러 요인들을 분석하고, 분석된 고추 교반의 특성을 이용하여 비닐하우스 내에서 고추를 자동으로 교반시키는 시스템을 구성한 후 그 성능을 시험하였다.

2. 재료 및 방법

가. 고추 교반 요인시험

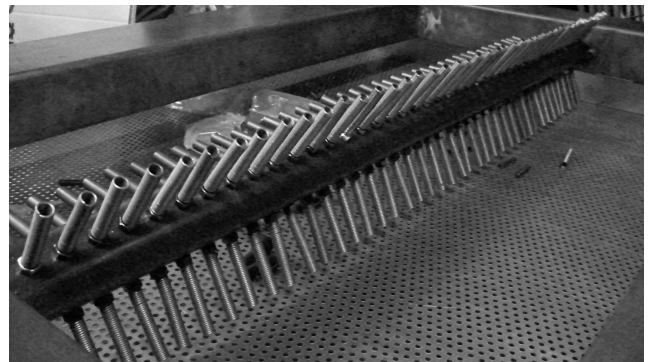
고추 교반은 교반장치의 회전날이 회전운동과 병진운동이 동시에 이루어져 회전날 선단의 궤적이 트로코이드(trochoid) 곡선이 되는 원리를 이용하였다. 회전날의 회전방향은 고추를 위에서 아래로 교반하는 하향교반과 반대로 아래에서 위로 교반하는 상향교반의 두 가지가 있으나 일반적으로 많이 쓰이는 하향교반 방식을 적용하였다(Park, 2008).

고추 교반장치에서 회전날의 회전속도와 전진속도, 회전날의 형상 등이 고추 교반에 깊은 관계가 있기 때문에 회전날의 형태별로 교반효과, 고추의 손상을, 고추의 교반비율 등 각각의 요인들을 시험하여 교반장치 설계의 기초자료로 활용하였다.

회전날 형태별로 교반특성을 시험하기 위하여 그림 1에 나



(a) U hook type



(b) Spring bar type



(C) Brush type

Fig. 1 Features of rotary blades by shape.

타낸 것처럼 U후크 방식(A)과 스프링 방식(B), 브러시 방식(C)으로 실험장치를 제작하였고, 브러시 방식에서는 브러시의 굵기를 0.3 mm, 0.4 mm, 0.5 mm, 0.6 mm별로 제작하였다. 실험장치에서 고추가 탑재되는 베드(bed)의 규격은 길이 2 m, 폭 1 m로 제작하였다. 고추 교반을 위한 요인시험은 회전날의 형태와 브러시 굵기, 회전날의 회전수와 주행속도별로 고추의 손상율과 고추의 교반정도 등을 조사하였다. 회전날 형태에 따른 회전날의 회전속도는 20~90 rpm의 범위에서, 전진속도는 20~50 mm/s의 범위에서 교반시험을 하였다.

또한, 회전날 형태별 교반시험에서 최적 형태로 선정된 회전날 형상을 이용하여 고추의 교반비율을 측정하였다. 교반 비율의 측정은 1000개의 고추를 베드 위에 1층으로 정렬시킨 후 흰색 페인트를 이용하여 고추의 표면을 착색시킨 다음 교반장치를 이용하여 1회 교반시켰다. 착색된 흰색을 윗면으로 고추의 빨간색을 아랫면으로 가정하여 고추의 뒤집힘을 계산하여 교반비율을 측정하였다. 교반 후 완전히 뒤집어지지 않고 부분 반전된 고추 중에서 육안으로 확인하여 빨간색 면이 50% 이상이면 교반된 것으로 판정하였다. 교반비율은 SAS V9.1을 이용하여 ANOVA 분석에서 Duncan의 다중검정방법(multiple range test)으로 유의성 검정을 실시하였다(SAS, 2010). 유의성 검정은 브러시 굵기별 교반비율, 전진속도별 교반비율, 회전속도별 교반비율의 3가지 경우에 대해서 실시하였다.

나. 고추 교반장치의 구성

고추 교반장치는 요인시험에서 분석된 결과를 토대로 설계 및 제작하였다. 고추 교반장치는 그림 2와 같이 브러시 회전날, 회전날 구동장치, 이송롤러, 이송롤러 구동장치, 교반장치 프레임 등으로 구성된다.

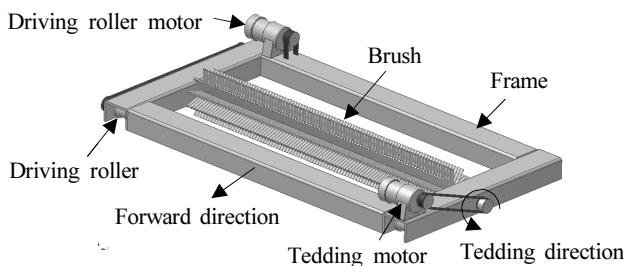
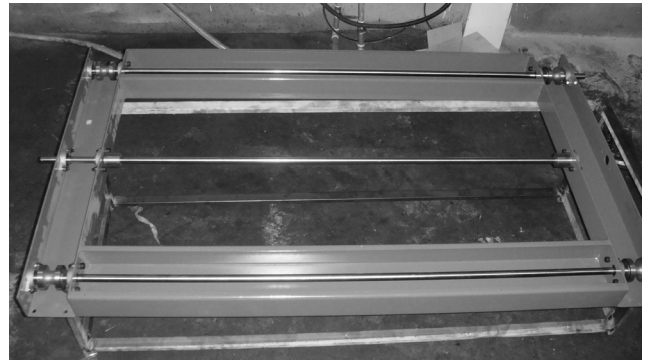


Fig. 2 A schematic of the red pepper auto-tedding machine.

브러시의 재질은 Polyethylene이며, 지름은 0.5 mm, 길이는 축으로부터 100 mm이며 8조가 마주보는 형상으로 제작되었다. 축을 포함한 브러시의 총 외경은 260 mm이며 나열된 브러시의 총 길이는 1370 mm로 설계하였다. 교반장치 프레임은 그림 3(A)과 같이 브러시 회전날을 회전시켜 교반하



(A) Frame (bottom view)



(B) Driving roller parts



(C) Installation in greenhouse

Fig. 3 A Prototype of red pepper auto-tedding machine.

는 형식으로 이송모터와 회전모터 각 1개, 이송레일 중심간 거리 1500 mm, 전·후방 롤러 간 거리 800 mm로 설계하고, 이송장치가 조립될 수 있도록 너비 1630 mm, 길이 960 mm로 설계하였다. 프레임의 전방부와 후방부에 이송롤러를 구동시키는 2개의 축과 브러시 회전날을 구동하는 1개의 축의 직경은 20 mm로 제작하였다.

교반장치는 고추가 놓인 베드와 일정간격을 유지하면서 비닐하우스의 입구에서부터 출구까지 길이방향으로 직선 왕복

운동을 해야 한다. 그림 3(B)과 같이 직선 왕복운동의 가이드 역할은 베드 지지부에 설치한 파이프에 의해 수행되며, 이송 롤러가 이송모터의 동력을 전달 받아 파이프 위를 굴러 교반 장치가 이동하게 된다. 이송롤러는 직경 63 mm, 길이 62 mm의 원통형 부재의 길이 방향 중간에 직경 34 mm, 길이 30 mm의 단차를 만들어 베드 상단의 파이프 위를 이탈하지 않고 주행할 수 있도록 제작하였다. 이송 롤러는 전방부 2개소, 후방부 2개소에 장착되며 교반장치가 장착된 모습과 지지대 파이프 위를 주행하는 광경을 그림 3(C)에 나타내었다. 구동장치는 벨트전동방식으로 구성하였으며, 이송롤러를 회전시키기 위한 감속모터(Samyang, MG-F88, Korea)는 정격마력수 0.2 kW, 회전수 1700 rpm, 감속비 1/30으로, 브러시 회전날의 감속모터(Samyang, MG-F105, Korea)는 정격마력수 0.4 kW, 회전수 1720 rpm, 감속비 1/60로 선정하였다.

교반장치의 제어알고리즘은 그림 4와 같다. 콘트롤러에서 주행 시작 신호를 받아 작동하며, 설정된 일정 속도로 주행하고 회전날은 주행 중 계속 회전된다. 주행 속도 및 회전날의 회전속도는 임의로 설정할 수 있도록 하였다. 비닐하우스 입출구측의 베드지지부 파이프에 설치된 리미트 스위치에서 신호를 받게 되면 이송장치는 이송 및 회전을 중단하며, 타이머에 의해 설정된 시간이 경과한 다음 반대방향으로 이송 및 회전 동작을 수행한다. 자동 운전 모드에서 별도의 중단 신호를 주지 않으면 계속적으로 동작을 반복하며, 임의로 동작 중지 버튼을 누르게 되면 고추 교반 작업을 중지 할 수 있도록 알고리즘을 구성하였다.

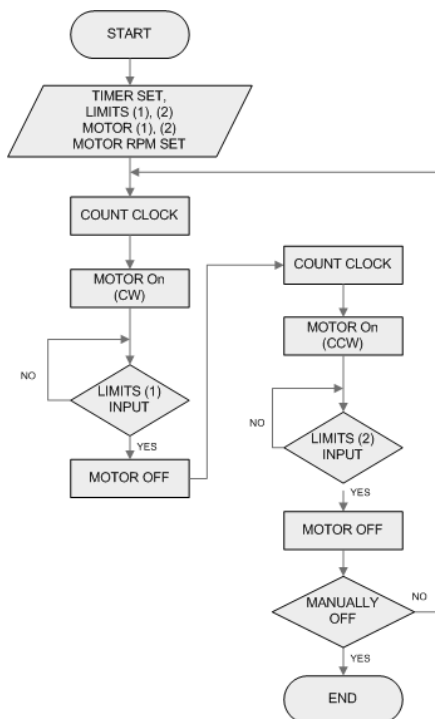


Fig. 4 Operation algorithm of the red pepper auto-tedding machine.

다. 고추 교반장치의 성능시험

대조구와 시작기의 실험장치 구성은 그림 5와 같이 길이 50 m, 폭 6 m의 비닐하우스 내에 설치하였다. 시작기는 폭 1.5 m, 높이 0.8 m, 길이 40 m인 고추건조대에 교반장치를 그림 6(A)와 같이 설치하였고, 대조구는 폭 1.5 m, 높이 0.4 m, 길이 8 m인 고추건조대를 그림 6(B)와 같이 설치하였다. 교반횟수는 시작기의 경우 오전 9시부터 오후 7시까지 0.5 회/h 주기로 총 5회 실시하였고, 대조구는 저녁 무렵에 1회 손으로 교반하여 건조하였다.

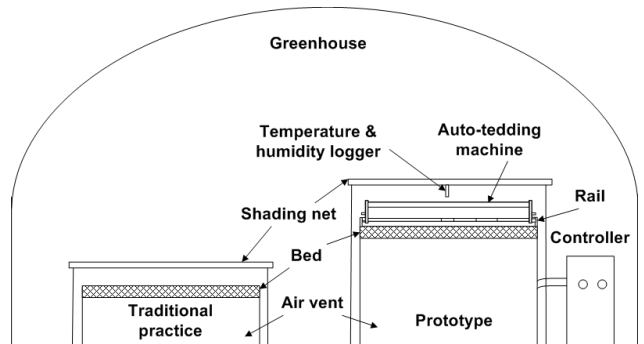
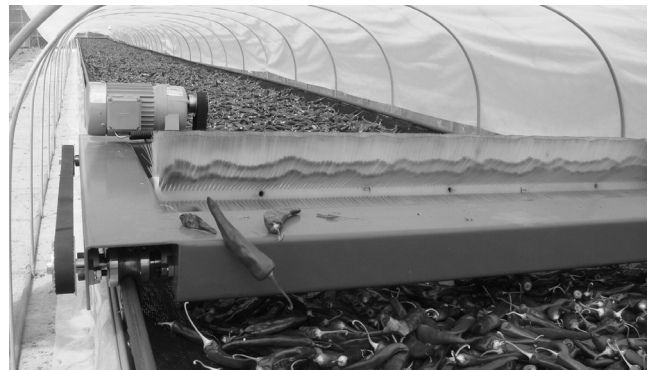


Fig. 5 A schematic of experimental device in greenhouse.



(A)



(B)

Fig. 6 Tedding scenes of red pepper by (A) prototype and (B) traditional practice in Greenhouse.

Table 1 Weather conditions of the inside and outside greenhouses

Day (Month/day)	Outside max. Temp. (°C)	Outside min. Temp. (°C)	Outside average Temp. (°C)	Inside max. Temp. (°C)	Inside min. Temp. (°C)	Inside average Temp. (°C)	Inside max. humidity (%)	Inside min. humidity (%)	Inside average humidity (%)	Amount of solar radiation (MJ/m ²)
8/17	32.4	21.4	24.7	58.0	23.6	37.2	89.5	31.4	56.0	15.9
8/18	33.8	22.0	26.3	59.2	23.6	32.6	93.4	27.8	68.9	15.9
8/19	33.7	22.5	27.2	55.4	23.2	35.9	95.7	25.1	64.7	15.9
8/20	35.7	21.7	27.5	64.2	22.1	40.0	95.5	24.5	60.9	21.1
8/21	36.0	23.2	28.1	63.5	22.1	39.4	89.4	24.3	62.3	20.3
8/22	35.0	23.3	28.1	68.3	23.6	42.2	87.2	25.1	61.8	18.0
8/23	35.2	23.4	27.8	56.0	24.0	35.9	83.5	24.0	52.7	15.9
8/24	33.6	22.5	27.4	54.7	23.2	37.5	81.9	24.1	53.4	15.2
8/25	30.9	21.5	24.2	43.9	22.1	31.5	79.3	24.0	51.6	6.5
8/26	32.4	21.1	25.4	54.7	21.7	34.3	85.2	24.2	54.8	12.5

실험기간은 2010년 8월 17일부터 8월 26일까지이며 비닐 하우스 외부, 내부, 차광막 아래 총 3군데에 온습도기록기(HOBO, Onset, USA)를 설치하였고, 일사센서(SLIBM003, Onset, USA)는 비닐하우스 외부에 설치하였다. 표 1에서 나타난 바와 같이 측정된 비닐하우스 내부온도(최고)는 43.9~68.3°C이고, 일사량은 6.5~21.1 MJ/m²로 나타났다.

고추의 함수율은 105°C-24hr-오븐법으로 측정하였다. 시료는 품종명이 독야청청인 홍고추로 청송에서 재배된 것을 이용하였고, 건조 전 시료의 물성은 길이 12.4 mm, 최대직경 2.8 mm, 중량 23.5 g, 함수율 87.1%로 나타났다. 고추 건조는 고추건조대에 고추가 2~3개 정도로 적층하여 건조하였다. 고추의 샘플링은 각각 관행과 시작기의 고추건조대에서 길이방향으로 10%, 50%, 90%의 3군데 지점에서 한 지점당 3점씩 상, 중, 하로 구분하여 1회 총 9점이 되도록 샘플링하여 실험에 사용하였다.

측정된 데이터로부터 통계분석 프로그램(SAS, V9.1)을 이용하여 고추의 건조 균일도의 변이계수와 유의성을 검정하였다(SAS, 2010). 서로 다른 평균과 표준편차를 가졌을 경우 판단의 기준점이 되는 것이 식 1의 변이계수(coefficient of variation; CV)로서 고추 건조대 상·하층간의 고추의 함수율 균일도를 변이계수값을 근거로 판단하였다.

$$CV = \frac{1}{m} \sqrt{\frac{\sum \chi^2 - (\sum \chi)^2 / n}{n - 1}} \times 100 \quad (1)$$

- Where, CV : Coefficient of variation (%)
- n : Number of measuring data
- m : Average of each measuring data (g)
- ∑x : Sum of each measuring data (g)
- ∑x² : Sum of squared value of each measuring data (g)

3. 결과 및 고찰

가. 고추 교반 특성

회전날 방식에 따른 고추 교반 특성을 살펴보면 스프링 방식의 경우는 주행속도와 무관하게 고추의 파손 정도가 심하여 적절하지 못한 것으로 나타났다. U후크 방식은 주걱형상으로 고추의 무게가 가벼워 고추를 안고 뒤로 넘기지 못하는 단점이 있었다.

브러시 방식의 경우에서 0.3 mm의 브러시는 고속에는 적합하였으나 저속회전시 브러시가 휘어지는 현상으로 교반이 어려운 것으로 나타났다. 0.4 mm의 브러시는 약간의 휘어지는 현상이 있으나 교반은 양호하였다. 0.5 mm 브러시에서는 저속회전시 보다는 고속회전(90 rpm, 40~50 mm/s)에 적합한 것으로 나타났다. 0.6 mm 이상의 브러시에서는 고추표면에 상처가 발생하여 완전 건조 후에는 검은 줄이 생겨 품질 저하로 이어지는 것으로 나타났다. 따라서 교반기의 형태에 따른 교반효과는 굵기가 0.4~0.5 mm 정도가 되는 브러시 방식이 가장 적합한 것으로 나타났다.

그림 7은 브러시 방식에서 교반 전, 후의 고추 반전 상태를 나타낸 것이며, 표 2는 브러시 방식에서 브러시 굵기와 주행 속도, 회전속도에 따른 교반비율의 평균값을 나타낸 것이다. 브러시 지름별로 0.3 mm일 때는 40.5%, 0.4 mm는 39.2%, 0.5 mm는 39.3%이며, 전체평균은 39.7%의 교반비율을 나타내었다.

브러시 굵기별 교반비율, 전진속도별 교반비율, 회전속도별 교반비율의 유의성을 검정한 결과, 상관계수(R²)는 0.03~0.07, F value는 0.41~1.02로 전체적인 유의성은 나타나지 않는 것으로 분석되었다. 실험 도중 고추가 회전브러시에 의해 교반되어서 뒤집혀져도 이윽해 있는 고추에 의해 방향이 바뀌거나 고추의 탄성에 의해 위치가 변하여 다시 뒤집혀



Fig. 7 Images of red pepper (A) before and (B) after tedding.

Table 2 Tedding properties of red pepper by brush diameters, driving velocities and rotating velocities

Brush diameter (mm)	Driving velocity (mm/s)	Rotating velocity (rpm)	Tedding ratio (%)
0.3	20	20	37.6
		50	41.1
		90	42.3
	40	20	39.8
		50	40.3
		90	38.8
	50	20	36.4
		50	48.1
		90	40.5
0.4	20	20	39.2
		50	41.3
		90	38.2
	40	20	37.6
		50	40.6
		90	36.2
	50	20	38.9
		50	40.2
		90	41.3
0.5	20	20	35.2
		50	38.6
		90	40.9
	40	20	47.2
		50	41.1
		90	43.1
	50	20	35.1
		50	34.7
		90	38.2

지는 경우가 많이 관찰되었다. 이런 이유로 위 3가지 요인별 교반비율은 유의성이 없었으나, 평균적으로 약 40% 정도의 교반이 되는 것으로 나타났다.

나. 고추의 건조특성

표 3은 건조일자별로 고추의 건조특성을 나타낸 것으로 관행은 최대함수율과 최소함수율의 차이가 완만하게 줄어드는 반면, 시작기는 빠르게 줄어서 고추 반전의 효과가 큰 것으로

Table 3 Drying properties of red pepper by tedding type

Drying time (day)	Tedding type	Max. moisture content (% w.b.)	Min. moisture content (% w.b.)	Avg. moisture content (% w.b.)	Standard deviation of moisture content (% w.b.)	Coefficient of variation (%)	Drying rate (% w.b./h)
1	Prototype	-	-	84.6	-	-	-
	Traditional	-	-	85.6	-	-	-
2	Prototype	-	-	83.3	-	-	-
	Traditional	-	-	82.6	-	-	-
3	Prototype	81.3	77.1	79.2	1.5	1.9	0.0
	Traditional	81.1	75.3	78.3	1.9	2.4	0.0
4	Prototype	71.6	28.0	52.9	13.3	25.2	1.1
	Traditional	73.4	39.0	60.9	19.0	31.2	0.7
5	Prototype	31.1	12.4	18.5	6.6	35.5	1.4
	Traditional	71.6	18.8	48.6	19.8	40.7	0.5
6	Prototype	14.5	13.3	13.8	0.6	4.5	0.2
	Traditional	67.5	14.7	43.3	18.4	42.4	0.2
7	Traditional	62.1	15.0	32.5	17.0	52.4	0.5
8	Traditional	42.1	12.4	22.4	11.4	51.1	0.4
9	Traditional	23.1	12.4	17.3	4.3	24.6	0.2

나타났다. 고추함수율의 평균건감율은 시작기가 0.9 %w.b./h, 관행은 0.4 %w.b./h으로 나타나 2배 이상 건감율의 차이가 났다.

그림 8은 고추의 반전형태별 건조곡선을 나타낸 것이다. 3일 정도의 후숙과정 후의 실제 건조기간은 시작기가 3일, 관행은 6일로 나타났다. 일반적으로 적숙 고추의 하우스 건조기간은 시기 및 기상 조건에 따라 다르기는 하나 수분함량 12~15%까지 건조 시 7~10일 이상 소요되는 것으로 알려져 있다(Cho et al., 2000). 시작기의 경우 최종함수율은 13.8 %w.b.이며 관행은 17.3 %w.b.으로 나타나 실제로 함수율 기준으로 보면 시작기가 관행대비 고추 건조시간을 2배 이상 감소시키는 것으로 나타났다.

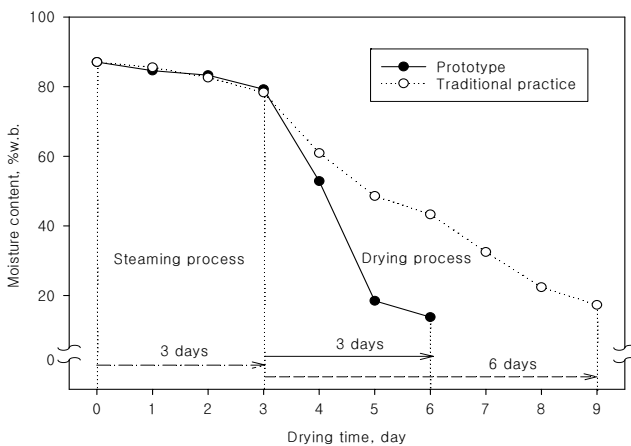


Fig. 8 Drying curves of red pepper by tedding type.

변이계수가 낮을수록 고추의 상·하층이 균일한 함수율을 지니고 있다고 볼 수 있는데, 시작기보다 관행이 변이계수가 건조일자별로 지속적으로 증가하여 불균일하게 건조되고 있는 것을 알 수 있다. 건조가 완료된 고추의 변이계수가 시작기는 2.4%로 매우 낮아 균일한 건조가 이루어진 것을 알 수 있으나, 관행은 24.6%로 아직 건조가 덜 진행된 것을 알 수 있으며, 균일한 함수율이 되기 위해서는 건조기간이 좀 더 필요하다. 평균 변이계수는 시작기가 16.8%, 관행은 35.0%로 약 2배 이상의 차이를 나타내었으며, 이 차이로 인해 관행은 불균일한 건조와 건조시간의 차이가 나는 것으로 판단된다. 교반기의 반전횟수를 0.5회/h로 하였으나, 고추 건조시 초기에 건감율이 크게 떨어지므로 이때 반전횟수를 증가시키면 상·하층의 변이계수가 낮아져 균일도를 향상시키고 건조시간도 단축시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 비닐하우스 내에서 태양초 생산시의 문제점을 개선하기 위하여, 작업환경 개선과 노동력 및 소요에너지를 줄일 수 있는 고추 자동 교반장치를 개발하였다. 회전날의 형태별로 교반효과, 고추의 손상율, 고추의 교반비율 등의 각각의 요인들을 분석하고, 분석된 고추 교반의 특성을 이용하여 비닐하우스 내에서 고추를 자동으로 교반시키는 시스템을 구성한 후 그 성능을 시험하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 회전날의 형태에 따른 교반효과 요인시험결과, 브러시 지름이 0.4~0.5 mm인 브러시 방식이 가장 적합한 것으로 나타났다.
- (2) 브러시 굵기별, 주행속도별, 회전속도별로 교반비율의 요인시험결과, 전체적으로 유의성은 나타나지 않았으나, 평균적으로 39.7%의 고추 교반이 되는 것으로 나타났다.
- (3) 고추함수율의 평균건감율은 시작기가 0.9 %w.b./h, 관행은 0.4 %w.b./h으로 나타나 약 2배 이상의 건감율의 차이가 났다.
- (4) 건조과정 중 건조시간은 시작기가 3일이며, 관행은 6일로 시작기가 관행대비 고추 건조시간이 2배 이상 감소되는 것으로 나타났다.
- (5) 고추함수율의 평균 변이계수는 시작기가 16.8%, 관행은 35.0%로 약 2배 이상의 차이를 나타내었으며, 이 차이로 인해 관행은 불균일한 건조와 건조시간의 차이가 나는 것으로 판단되었다.

감사의 글

This research was supported by iPET(Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries), Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of Korea.

참고 문헌

1. Cho, K. H., Y. H. Kim, Y. M. Kim and Y. K. Cho. 2000. Survey on the present status of processes for red pepper. Proceedings of the KSAM 2000 winter conference 5(1):278-284. (In Korean)
2. Choi, D. J., K. S. Jang, J. H. Lee, D. H. Pae, B. S. Choi and H. D. Chung. 1997. Effects of harvesting times and drying methods of red fruit on the quality in pepper(*Capsicum annum*). Proceedings of the Korean Society for Horticultural Science 15(1):714-715. (In Korean)
3. Kim, E. J., C. H. Cho, J. Kim, S. Y. Seo, J. Ryu and Y. G. Chol. 2004. Effect of covering materials on drying period and quality of dried red pepper in plastic film house. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 22(4):393-397. (In Korean)
4. Kim, J. H. 2010. Development of the Auto-tedding Machine for the Taeyangcho in High Quality. Final Report of the Research Project, Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. Sangju. (In Korean)
5. Kim, K. W. 1974. Studies on the Hot Air Drying of Red Pepper and its Effects on the Quality. M.S. Thesis of Seoul National University. Seoul. (In Korean)
6. Kim, Y. H., H. S. Yoon and H. Jung. 1995. Development of Agricultural Products Drier in greenhouse. Annual report of the research project, Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science. Suwon. (In Korean)
7. Kooli, S., A. Fadhel, A. Farhat and A. Belghith. 2007. Drying of red pepper in open sun and greenhouse conditions.: Mathematical modeling and experimental validation. Journal of Food Engineering 79(3):1094-1103.
8. Lim, J. H., T. R. Kwon, K. S. Jang, K. C. Park, J. E. Hwang, M. J. Lee and H. K. Kim. 2006. An Encyclopedia of Hot Pepper Cultivation. Youngyang Hot Pepper Experiment Station. (In Korean)
9. Park, J. G. 2008. Bio-production Machinery Engineering. CIR, Seoul, Republic of Korea.
10. SAS. 2010. SAS 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc., North Carolina, USA.