

Research Report

비닐하우스 이용 고추 건조 시 야간 원적외선등 조사량이 품질에 미치는 영향

이광재^{1,2*}, 김시동¹, 윤정범², 이기열¹, 최규홍²¹충청북도농업기술원²농촌진흥청 국립농업과학원Effects of Far-infrared Irradiance at Night on Quality of Sunlight Dried Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) in Plastic HousesGuang-Jae Lee^{1,2*}, Si-Dong Kim¹, Jung-Beom Yoon², Ki-Yeol Lee¹, and Kyu-Hong Choi²¹Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Choengju 361-880, Korea²National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration of Korea, Wanju 565-851, Korea

Abstract: This study was carried out to investigate the effects of night-time far-infrared irradiance quality of red pepper dried in greenhouses. This study involved 4 treatments: sunlight alone (control), or sunlight plus nightly far-infrared irradiation at 250 W·6.6 m⁻² (250 W·6.6 m⁻²), far-infrared irradiation at 250 W·3.3 m⁻² (250 W·3.3 m⁻²), or far-infrared irradiation 500 W·3.3m⁻² (500 W·3.3 m⁻²). The drying periods were 12 days in 500 W·3.3 m⁻² and 250 W·3.3 m⁻², and 14 days in 250 W·6.6 m⁻², and 15 days in the control. The daytime temperature was same among the treatments. The lowest temperature was at 23.8°C in control, and 29.5-37.2°C in far-infrared irradiation treatments. The marketable yield was 7-14% higher in far-infrared irradiation treatments compared to the control. The rate of marketability was higher in far-infrared irradiation treatments (93.6-96.3%) than in the control (87.0-87.5%). The American Spice Trade Association (ASTA) value was greatest in the 250 W·3.3 m⁻² treatment, followed by 250 W·6.6 m⁻², then 500 W·3.3 m⁻², and finally the control. Capsaicinoid content showed no regular trend among the treatments. Our results provide an optimized method for reducing drying time of red pepper under sunlight, and improving the quality of dried red pepper.

Additional key words: ASTA, browning, capsaicin, redness, water loss

서 언

고추(*Capsicum annuum* L.)는 우리나라 채소 중에서 가장 많이 생산되고 소비된다(Cho et al., 2000). 우리나라 사람들의 연간 고추 소비량은 주요 고추 소비국인 헝가리 200g, 미국 50g, 일본 20g과 비교하여 평균 40-100배로 높아 세계에서 가장 많다(Yoon et al., 2010). 소비자들은 국민소득 향상과 건강한 삶에 대한 욕구가 커지면서 고추의 품질에도 많은 관심을 갖고 있다. 고추의 품질은 capsaicin, vitamin C,

유리당 및 유기산 등의 내적요인과 착색도 등 외적요소로 구분되는데, 고춧가루의 착색도는 소비자가 상품을 선택하는데 가장 영향을 미치는 요인으로 작용하고 있다(Lee and Lee, 1992). 고추의 색도와 맛과 성분은 품질평가 시 중요한 기준이 되며(Kim et al., 2004a; Lee et al., 1992), 고추의 일차적인 품질 판정은 capsaicin보다는 capsanthin에 의해 평가된다(Kim et al., 2004a).

우리나라 고추 농가의 70-80%는 열풍 건조를 하고 있는데(Cho et al., 2000), 열풍건조는 대개 60°C 내외의 비교적

*Corresponding author: ds3inj@korea.kr

※ Received 22 May 2014; Revised 21 July 2014; Accepted 2 August 2014. 본 연구는 농촌진흥청의 연구비 지원(과제번호 PJ00794702)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

© 2014 Korean Society for Horticultural Science

고온으로 건조되어 품질이 손상될 우려가 있다. 비닐하우스에서 건조한 고추가 열풍 건조 고추보다 색택이 우수하고 당 함량이 높다(Choi et al., 1997). 태양초는 화건 고추에 비해 색이나 성분 면에서 우수하며(Park and Lee, 1975), capsanthin 함량은 신선 고추보다 4% 증가한다(Park and Lee, 1975).

태양초는 건조 소요시간이 길고 날씨에 의존적이라(Kim et al., 2004a) 해에 따라 생산량이 일정하지 않다. 이를 극복하기 위하여 태양초 건조 기간 단축을 위하여 전처리 및 산광재료(Lee et al., 2014a), 야간 원적외선등 조사 방법(Lee et al., 2014b) 등의 연구가 진행되었다. 소비자들은 색택이 우수한 태양초를 선호하여 고가로 거래되고 있으며, 농가소득 향상 측면에서 태양초를 안정적으로 생산하기 위하여 건조 기간 단축과 상품성 향상 연구가 필요하다.

본 연구는 비닐하우스를 이용하여 태양초 생산 시 야간 원적외선등 조사량이 태양초 생산기간과 품질에 미치는 영향을 구명코자 실시하였다.

재료 및 방법

본 연구는 2013년 9월 1일부터 9월 16일까지 충북농업기술원 연구동 비닐하우스에서 실시하였다. 고추 건조 하우스는 폭 7m × 길이 15m이었으며, 백색부직포로 피복하여 산광하며 실험을 수행하였다. 비닐하우스에 고추 건조 벤치를 4개를 설치하였으며, 벤치는 폭 1.2m × 길이 6m × 높이 0.75m이었다. 건조 벤치에 검은색 그물망을 깔고 그 위에 가로 0.6m × 세로 0.9m 크기의 건조 트레이(신흥기업, 대한민국)를 놓고 건조하였다. 실험 품종은 ‘안전벨트(사카다코리아주식회사, 대한민국)’를 사용하였다. 야간 원적외선등 조사량은 ① 관행 양건(Control), ② 원적외선등 250W·6.6m² (250W·6.6m²), ③ 원적외선등 250W·3.3m² (250W·3.3m²), ④ 원적외선등 500W·3.3m² (500W·3.3m²) 등 4처리를 두

었다. 실험구는 처리당 3반복으로 하였으며, 반복당 홍고추 2kg으로 실험하였다. 건조 전처리와 건조 시 하우스 온도관리는 Lee et al.(2014a)의 방법을 따랐다. 즉, 48시간 동안 하우스 측창을 모두 닫아 외부 공기의 유입을 차단하고 60°C 이상일 때 자동개폐기를 이용하여 측창을 열고 55°C 이하일 때는 측창을 닫았다. 고추 건조 시 하우스의 측창은 보온을 위하여 25°C 이하가 되면 측창이 자동으로 닫히고 38°C 이상이면 열리도록 하였다. 원적외선등(250W, 우성전자, 대한민국)은 온도 센서에 의해 35°C 이하가 되면 자동으로 작동하며, 원적외선등은 석영관 탄소봉을 이용하여 원적외선을 방출하는 것으로 원적외선 방출량은 0.902/300°C이며, 열량은 215kcal·250w⁻¹이다.

수분 감모율은 매일 고추 무게를 측정하였으며, 하우스 내 온·습도는 자동기록계(TR-72Ui, T&D Corp., Japan)를 이용하여 측정하였다.

Capsaicin 및 dihydrocapsaicin 함량은 Attuquayefio and Buckle(1987)의 방법을 변형하여 고추 건조 분말 시료 1g에 methanol 40mL를 가하여 homogenizer로 2분 동안 균질화시킨 다음 100mL mass flask에 깔때기를 넣고 Whatman filter paper(Whatman No. 2, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)로 여과 후 methanol로 정용하였다. 여과한 시료 1mL를 0.45µm membrane filter를 통과시킨 후 HPLC(Perkinelmer Flexar system, Perkinelmer, USA)로 분석하였다. Luna 5µ C18 100A column(250 × 4.6mm)과 Fluorescence detector(Ex λ 280nm, Em λ 320nm)를 사용하였다. Mobile phase는 acetonitrile:water:glacial acetic acid(60:39:1, v/v/v)이었으며, flow rate는 1.0mL·min⁻¹이었다. 표준품은 capsaicin(CAS NO. 404-86-4, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), dihydrocapsaicin(CAS NO. 19408-84-5, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)이었으며, 표준품의 농도를 5, 10, 30, 50, 100mg·L⁻¹으로 하여 검량선을 작성하였다(Fig. 1).

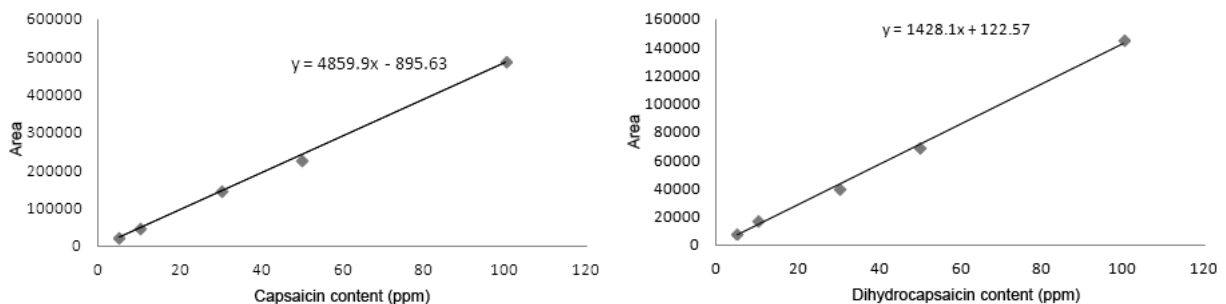


Fig. 1. Standard curve for capsaicinoids analysis for drying red peppers ‘Anjeonbelt’ cultivar after harvest under equipped far-infrared light in plastic film house in 2013.

그 밖에 사용된 시약은 J.T. Baker(Phillipsburg, NJ, USA)로부터 HPLC 등급의 시약을 사용하였다.

고추의 붉은 색소는 ASTA(1986)의 방법으로 측정하였다. 즉, 고추 분말시료 0.1g에 acetone 100mL를 가하여 암상태의 실온에서 16시간 동안 추출하였다. 그후 추출물을 Whatman filter paper(Whatman No. 2, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)로 여과하여 460nm에서 흡광도를 microplate spectrophotometer(Spectramax plus 384, Sunnyvale, USA)로 측정하였다. ASTA 값은 다음 계산식에 의해 산출하였다.

$$\text{ASTA value} = \frac{\text{Absorbance of acetone extracts} \times 16.4}{\text{Sample weight (g)}}$$

갈변도는 고추 수확하여 분말화하여 상온에서 60일간 보관 후 고추 분말 시료 0.1g에 증류수 100mL를 넣고 30°C에서 2시간 방치 후 Whatman filter paper(Whatman No. 2, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)로 여과하여 분광광도계(Spectramax plus 384, Sunnyvale, USA)로 420nm에서 측정하였다.

고추 건조 실험 중 강우량은 건조 6일차인 9월 6일에 4mm, 7일차에 1.0mm, 10-14일차까지 111mm가 내려 총 16일 동안 116mm의 비가 내려 고추 건조에 불리한 조건이었다(Table 1).

결과 및 고찰

온·습도 변화

고추 건조실험 중 하우스 내 주간의 최고 온도는 42.8°C로 모든 처리에서 동일하였다(Table 2). 야간 최저 온도는 500W·3.3m² 처리구는 37.2°C, 250W·3.3m² 처리구가 34.5°C, 250W·6.6m² 처리구는 29.5°C이었으며, 관행 처리구가 23.8°C로 가장 낮았다. 대조구의 주·야간 온도차는 19.0°C로 가장 컸으며, 원적외선등 처리구는 야간에 원적외선등으로 보온을 해 주었기 때문에 주·야간의 온도 차이가 적었다. 처리구의 평균 온도는 대조구가 33.3°C로 가장 낮았고 원적외선등 처리구는 36.2-40.0°C를 나타냈다. 대조구의 상대습도는 최고 99%를 나타내어 고추 건조에 불리한 조건이었으며, 원적외선등 처리구의 최저 상대습도는 25-27%를 나타냈다. 최고·최저 상대습도 편차는 대조구가 69%로 가장 컸으며, 원적외선등 처리구는 40-43%를 나타냈으며, 평균 상대습도는 대조구가 65%, 원적외선등 처리구가 45-50%를 나타냈다. 원적외선등 처리구는 야간온도가 상승하여 상대습도가 감소한 것으로 생각된다.

수분 감모율 변화

건조일수에 따른 수분 감모율은 건조 첫 날부터 7일까지는 급속하게 감소하였으며, 7일 이후 완만하게 감소하여 12

Table 1. Amount of rainfall during the experiment period for drying red peppers 'Anjeonbelt' cultivar after harvest under equipped far-infrared light at plastic film house in Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services in 2013.

	Experimental period (2013. 9. 1-9. 15.)															Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Rainfall (mm)	-	-	-	-	-	4.0	1.0	-	-	5.5	34.5	1.0	12.0	58.0	-	116.0

Table 2. The facility temperature and relative humidity during the experiment period for drying red peppers 'Anjeonbelt' cultivar after harvest under equipped far-infrared light at plastic film house in Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services in 2013.

Treatments	Temperature ^z (°C)				Relative humidity ^z (%)			
	Max.	Min.	Difference	Average	Max.	Min.	Difference	Average
Control	42.8	23.8	19.0	33.3	99	30	69	65
250 W·6.6 m ²	42.8	29.5	13.3	36.2	72	27	45	50
250 W·3.3 m ²	42.8	34.5	8.3	38.7	68	25	43	47
500 W·3.3 m ²	42.8	37.2	5.6	40.0	65	25	40	45

^zAverage of temperature and relative humidity value of measured every hour.

일부터 완전 건조가 이루어졌다(Fig. 2). 태양초 생산 시 고추 건조 초기에는 급속한 수분 감소하였으며(Lee et al., 2014a, 2014b), 고추 천일건조 기간은 기상조건과 건조 방법에 따라 12-15일(Lee et al., 2014a) 또는 6-8일이 소요되었다(Lee et al., 2014b). 고추의 수분 감소율은 원적외선등 조사, 원적외선필름 + 원적외선등, 원적외선필름 처리구 순이었다(Lee et al., 2014b). 고추 건조 일수에 따른 고추 수분 감소율 양상의 차이는 건조 기간 중 강우에 의한 온·습도에 차이가 있기 때문이다(Lee et al., 2014b). 원적외선등 조사가 고추의 품질 평가 시 중요한 기준이 되는 밝은 적색(Kim et al., 2004a; Lee et al., 1992)의 발현에 도움이 될 것으로 생각된다.

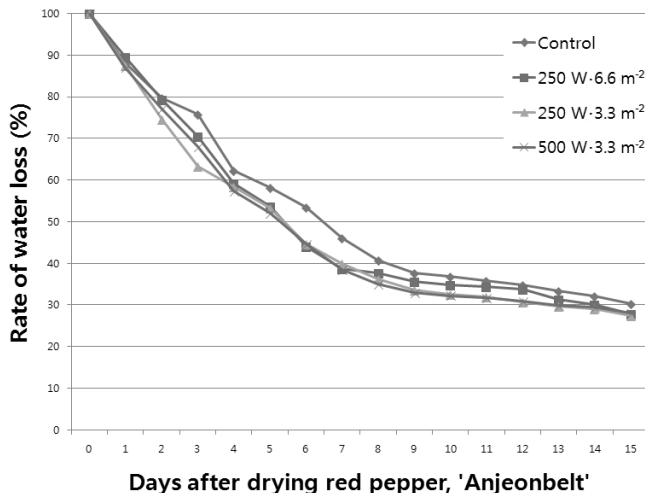


Fig. 2. Characteristics of water loss rate during the experiment period for drying red peppers 'Anjeonbelt' cultivar after harvest under equipped far-infrared light according to different treatments in plastic film house.

고추 건조 수량

상품 수량은 원적외선등 처리구가 284.8-295.6g으로 대조구 265.2g과 통계적인 유의성을 나타냈다(Table 3). 태양초 생산 시 야간 온도관리 방법에 따른 상품 수량은 원적외선등 보온 > 원적외선필름 보온 > 원적외선필름 + 원적외선등 보온 > 대조구 순으로 많았다(Lee et al., 2014b). Lee et al.(2014b)의 결과와 같이 야간 원적외선등 조사로 건조기간 단축으로 인하여 상품수량이 증가한 것으로 생각된다. 비상품 수량은 대조구가 37.9g으로 가장 많았다. 고추 건조시간이 길어짐에 따라 부패과 발생이 많아지고(Choi et al., 1997), 야간의 높은 상대습도는 희나리과 발생을 증가시켰기 때문(Kim et al., 1996)이라고 생각된다. 또한, 원적외선등 이용 야간 보온 시 건조가 빨라져 비상품과 발생이 상대적으로 감소하였다(Lee et al., 2014b). 원적외선등 처리구의 상품과율은 94.5-96.3%로 대조구 87.5%보다 높았으며, 상품수량 지수도 대조구보다 7-11% 증가하였다. 선행 연구 결과(Choi et al., 1997; Kim et al., 1996; Lee et al., 2014a, 2014b)와 본 실험 결과를 종합해 보면 태양초 생산 시 온도가 낮으면 건조기간이 길어짐에 따라 비상품과의 발생이 증가하므로, 건조시 야간에 원적외선등 조사 등 보온 등 적절한 조치를 하면 상품과율을 높일 수 있다고 판단된다.

ASTA 값

미국 양념협회(American Spice Trade Association)의 ASTA 값은 고춧가루의 색을 평가하는 객관적 단위로 사용되고 있으며, capsanthin, β -carotene, capsorubin과 같은 carotenoids로부터 유래한다(Vega-Gálvez et al., 2008). ASTA 값은 carotenoid 함량과 정의 상관관계가 있으며(Choi et al., 2000), 효소적·비효소적 갈변현상과 밀접한 관련이 있다

Table 3. Characteristics of yield, marketability during drying red pepper 'Anjeonbelt' cultivar under sunlight according to different far-infrared ray light irradiation at night in plastic film house of Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services in 2013.

Treatments	Yield (g·1,000 g ⁻¹)			Percentage of marketability (%)	Index of marketable yield (%)
	Marketable	Non-marketable	Total		
Control	265.2 b ²	37.9 a	303.1 a	87.5	100
250 W·6.6 m ²	284.8 a	16.6 b	301.4 a	94.5	107
250 W·3.3 m ²	295.6 a	11.4 d	307.0 a	96.3	111
500 W·3.3 m ²	294.7 a	14.5 c	309.2 a	95.3	111

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

(Rodriguez-Amaya et al., 2008).

ASTA 값은 250W·3.3m²가 49.6으로 가장 높았고, 250 W·6.6m², 500W·3.3m², 대조구 순이었다(Table 4). Choi et al.(2000)은 고춧가루의 ASTA 값은 60.5-183.4의 범위에 있으며, 또 다른 연구에서는 ASTA 값이 72.01-124.07 범위에 있다(Kim et al., 2002). 태양초 생산 시 ASTA 값은 원적외선등 처리구가 원적외선필름 처리나 원적외선필름 + 원적외선등 처리보다 높았다(Lee et al., 2014b). ASTA 값이 90 이하를 1등급, 90-110까지를 2등급, 110 이상을 3등급이며, 등급번호가 높을수록 붉은 색소 함량이 많아진다고 하였다(Yoon and Lee, 2004). ASTA 값은 건조기간이 길수록 감소한다(Jeong et al., 2007).

‘L’ 값은 처리에 따라 29.35-30.61로 처리 간에는 유의적인 차이가 없었다. Lee et al.(2014b)도 야간 온도 관리방법에 따른 ‘L’ 값의 차이를 나타내지 않는다. 고춧가루의 ‘L’ 값은 건조 공정 중 증가하며(Jeong et al., 2007), 건조 온도가 높을수록 감소한다(Yoon and Lee, 2004). 본 실험에서 주간 온도는 처리간에 동일하고 야간 원적외선등 조사로 온도 상승이 ‘L’ 값의 감소시킬 정도의 고온은 아니라고 생각된다.

‘a’ 값은 원적외선등 처리구가 18.89-19.66로 대조구 17.26과 통계적인 유의성을 나타냈다. Lee et al.(2014b)도 태양초 생산 시 야간에 원적외선등 조사 시 ‘a’ 값이 증가하였는데, 이런 결과는 건조기간 단축에 의한 품질의 보존이 되었기 때문이라고 생각된다. Capsanthin은 고추의 적색 색소의 34.7%를 차지하며(Gross, 1991), 고추는 ‘a’ 값이 중요하다(Kim et al., 1979). 고춧가루의 건조 공정 중 ‘a’ 값과 ‘b’ 값은 감소하였으며, 천일건조에서 ‘a’ 값은 높다(Yoon and Lee, 2004). Ku et al.(2001)은 고춧가루의 붉은 색은 기계적 값인 ‘a’ 값보다 화학적 측정 값인 ASTA 값을 기준으로 구별하는 것이

더 신뢰성이 있으며, ASTA 값과 ‘a’ 값이 비교적 높은 상관관계를 나타낸다.

‘b’ 값은 원적외선등 처리구는 8.45-8.58로 대조구 7.78과 통계적인 유의성을 나타냈다. 태양초 생산 시 야간에 원적외선등 조사 시 ‘b’ 값이 증가하였고(Lee et al., 2014b), 천일 건조와 온도처리(10°C, 80°C, 90°C) 후 PE 하우스 건조 실험에서는 천일 건조에서 낮았다(Yoon and Lee, 2004). 고춧가루의 ‘b’ 값은 12.15-19.94 범위에 있고(Hwang et al., 2001), 본 실험과 다소 차이가 있는 것은 고추품종, 재배방법, 수확 시기, 건조방법 등이 다르기 때문이라고 생각된다. 본 실험에서 태양초 생산 시 야간에 원적외선등 조사로 ‘a’ 값과 ‘b’ 값이 증가하였는데, 원적외선 조사가 ‘a’ 값과 ‘b’ 값 상승의 직접적인 원인인지 추후 연구가 필요하다.

‘L × a’(색택)은 원적외선등 처리구가 576.96-580.53으로 대조구 512.81과 통계적인 유의성을 나타냈다. Lee et al.(2014b)은 야간 온도 관리 방법을 달리 했을 때 ‘L × a’은 원적외선등 > 원적외선필름 + 원적외선등 > 원적외선필름 > 대조구 > 송풍구 순으로 높았다. 결과적으로 보면 원적외선등 처리구에서 색택이 우수한 것은 건조기간 단축으로 인한 비상품과의 발생이 적은 것으로 생각된다. Lee et al.(2007)은 ‘L × a’은 고추의 품질 평가 기준으로 제시하였으며, ‘L × a’ 값이 500 이상이면 외관적으로 적색, 300-500 사이는 중간적색, 300 이하면 어두운 적색으로 구분하였다. Lee et al.(2007)의 기준으로 볼 때 본 실험에의 색택은 모두 적색을 나타냈다. 소비자들은 적색도와 황색도가 강한 고춧가루를 선호하므로 소비자의 요구에 부응하는 고품질을 유지할 수 있도록 건조하는 것이 유리하다(Kim et al., 2004b; Son et al., 1995). Lee et al.(2014b)의 연구와 같이 고추 건조 시 야간에 원적외선등 조사하면 적색도가 증가하여 상품성이 증가하므로 바람직한 건조방법이라고 생각된다.

Table 4. Characteristics of ASTA value and Hunter’s value during drying red pepper ‘Anjeonbelt’ cultivar under sunlight according to different far-infrared ray light irradiation at night in plastic film house of Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services in 2013.

Treatments	ASTA Value	Hunter value			
		L	a	b	L × a
Control	27.7 c ^z	29.74 a	17.23 b	7.78 b	512.81 b
250 W·6.6 m ²	37.7 b	30.61 a	18.89 a	8.45 ab	580.53 a
250 W·3.3 m ²	49.6 a	29.90 a	19.29 a	8.58 a	576.96 a
500 W·3.3 m ²	30.3 c	29.35 a	19.66 a	8.49 a	577.27 a

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level.

Capsaicin 함량

고추의 capsaicinoids 함량은 주로 capsaicin과 dihydrocapsaicin 으로 구성되어 있다. 우리나라 고춧가루의 capsaicinoids 함량은 40품종 중 85% 이상이 $100\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ 수준 미만이라고 하였다(Kim et al., 2002). 본 실험에서는 대조구와 $250\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$ 처리구가 각각 $88.0\text{mg}\%$ 와 $87.3\text{mg}\%$ 로 가장 높았고, $250\text{W}\cdot 6.6\text{m}^{-2}$ 처리구가 $60.3\text{mg}\%$ 로 가장 낮았다(Table 5). Dihydrocapsaicin 함량은 $250\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$ 처리구와 대조구가 각각 $133.7\text{mg}\%$ 과 $125.2\text{mg}\%$ 로 가장 높았으며, $250\text{W}\cdot 6.6\text{m}^{-2}$ 처리구가 $83.7\text{mg}\%$ 로 가장 낮았다. Capsaicinoids 함량은 $250\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$ 처리구와 대조구가 각각 $221.0\text{mg}\%$, $213.2\text{mg}\%$ 으로 가장 높았으며, $250\text{W}\cdot 6.6\text{m}^{-2}$ 처리구에서 $144.0\text{mg}\%$ 으로 가장 낮았다. 고추의 capsaicinoids 함량은 ASTA 값과 상관관계수가 0.657로 높으며(Oh et al., 2011), 고추 건조 방법과 건조 조건에 따른 유의적 차이를 나타내지 않았다(Lim et al., 2012). 고추의 capsaicinoids 함량은 같은 품종이라도 재배지역에 따라 차이가 있으며(Hwang et al., 2011), 천일

건조 시 산광 재료에 따라 차이가 나는 것처럼(Lee et al., 2014a) 본 실험에서도 건조 방법에 따른 영향을 받는 것으로 생각된다.

갈변도

절단, 타박 등의 외적요인 및 가공 또는 저장 중 발생하는 갈변 현상은 효소적 갈변이 원인이며, 갈변을 억제하기 위해 무색물질을 형성하는 방법(Janovitz-Klapp et al., 1990), pH 저하 또는 효소 활성 저해법(Son et al., 2001) 등이 있다. 저장 고춧가루의 갈변도는 대조구가 0.63으로 가장 높았고, $500\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$, $250\text{W}\cdot 6.6\text{m}^{-2}$, $250\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$ 순이었다(Fig. 3). 야간 보온 방법에 따라 고추의 갈변도는 대조구, 원적외선 필름, 원적외선등, 원적외선필름 + 원적외선등, 송풍처리구 순이었다(Lee et al., 2014b).

초 록

본 연구는 원적외선등 적정 조사량이 상품성과 건조 효율에 미치는 효과를 구명하기 위하여 실시하였다. 원적외선등 조사량은 대조구(관행), $250\text{W}\cdot 6.6\text{m}^{-2}$, $250\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$, $500\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$ 등 4처리를 두었다. 고추 건조기간은 $500\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$ 와 $250\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$ 는 12일, $250\text{W}\cdot 6.6\text{m}^{-2}$ 는 14일, 관행은 15일이었다. 주간 온도는 처리 간에 동일하였으며, 야간 최저온도는 원적외선등 처리구가 $29.5\text{-}37.2\text{C}$, 관행이 23.8C 로 가장 낮았다. 건조고추 상품 수량은 원적외선등 $250\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$ 처리에서 가장 우수하였으며, 원적외선등 조사 처리구가 대조구보다 7-14% 증가하였다. 상품과율은 원적외선등 조사 처리구에서 93.6-96.3%로 대조구 87.0-87.5%보다 높았다. 고추의 ASTA 값은 $250\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$, $250\text{W}\cdot 6.6\text{m}^{-2}$, $500\text{W}\cdot 3.3\text{m}^{-2}$, 관행 순으로 높았다. 캡사이신 capsaicin 함량은 처리 간에는 일정한 경향을 나타내지 않았다. 본 실험에서 얻어진 결과

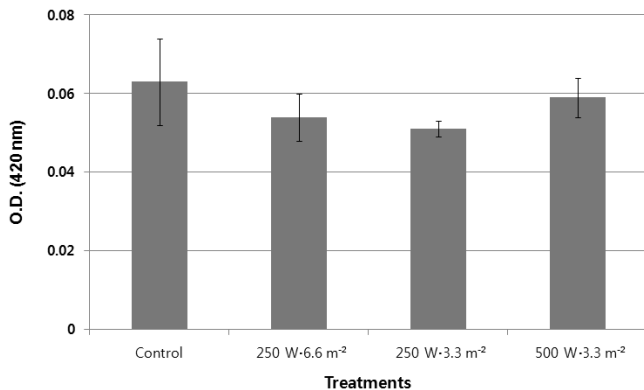


Fig. 3. Characteristics of browning degree of red pepper 'Anjeonbelt' cultivar at 60 days after room temperature storage according to different far-infrared ray light irradiation at night in plastic film house of Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services in 2013.

Table 5. Characteristics of capsaicinoids content of dried red pepper 'Anjeonbelt' cultivar powder according to different far-infrared ray light irradiation at night in plastic film house of Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Service in 2013.

Treatments	Capsaicin (mg%)	Dihydrocapsaicin (mg%)	Capsaicinoids (mg%)
Control	88.0 a ^z	125.2 a	213.2 a
250 W·6.6 m ⁻²	60.3 c	83.7 c	144.0 c
250 W·3.3 m ⁻²	87.3 a	133.7 a	221.0 a
500 W·3.3 m ⁻²	71.4 b	98.7 b	170.3 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

는 태양초 건조 기간 단축뿐만 아니라 고추의 품질 향상에 기여하리라 기대된다.

추가 주요어 : ASTA, 갈변, 캡사이신, 적색도, 수분감모

인용문헌

- American Spice Trade Association (ASTA). 1986. Official analytical methods of American Spice Trade Association, Englewood Cliffs, N.J., USA. p. 68.
- Attuquayefio, V.K. and K.A. Buckle. 1987. Rapid sample preparation method for HPLC analysis of capsaicinoids in capsicum fruits and oleoresins. *J. Agric. Food Chem.* 35:777-779.
- Cho, K.H., Y.H. Kim, Y.M. Kim, and Y.K. Cho. 2000. Survey on the present status of postharvest processes for red pepper. *Proc. J. Kor. Soc. Agr. Mac.* 5:278-284.
- 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 annuum*). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 15:714-715. (Abstr.).
- Choi, S.M., Y.S. Jeon, and K.Y. Park. 2000. Comparison of quality of red pepper powders produced in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32:1251-1257.
- Gross, J. 1991. Pepper (*Capsicum annuum* L.). Pigments in vegetables: Chlorophylls and carotenoids. Van Nostrand Reinhold, NY, USA p. 198-208.
- Hwang, I.G., H.Y. Kim, J.S. Lee, H.R. Kim, M.C. Cho, I.B. Ko, and S.M. Yoo. 2011. Quality characteristics of Cheongyang pepper (*Capsicum annuum* L.) according to cultivation region. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40:1340-1346.
- Hwang, S.Y., Y.H. An, and G.M. Shin. 2001. A study on the quality of commercial red pepper powder. *Korean J. Food Nutr.* 14:424-428.
- Janovitz-Klapp, A.H., F.C. Richard, P.M. Goupy, and J.J. Nicolas. 1990. Inhibition studies on apple polyphenol oxidase. *J. Agric. Food Chem.* 38:926-931.
- Jeong, J.W., J.M. Seong, K.J. Park, and J.H. Lim. 2007. Quality characteristics of semi-dried red pepper (*Capsicum Annuum* L.) using hot-air drying. *Korean J. Food Preserv.* 14:591-597.
- Kim, C.H., S.H. Ryu, M.J. Lee, J.W. Baek, H.C. Hwang, and G.S. Moon. 2004a. Characteristics of red pepper (*Capsicum annuum* L.) powder using N₂-circulated low temperature drying method. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36:25-31.
- Kim, E.J., C.H. Cho, J. Kim, S.Y. Seo, J. Ryu, and Y.G. Choi. 2004b. Effects of covering materials on drying period and quality of dried red pepper in plastic film house. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22:393-397.
- Kim, J.Y., D.H. Keum, J.H. Park, W.W. Kang, C.S. Han, and Y.K. Lee. 1996. Evaluation of quality of red pepper with variations in drying methods. *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products* 3:137-143.
- Kim, K.S., S.M. Roh, and J.R. Park. 1979. Effect of light quantity (red, blue) on the major components of hot pepper fruit. *Korean J. Food Sci. Technol.* 11:162-165.
- Kim, S., J.B. Park, and I.K. Wang. 2002. Quality attributes of various varieties of Korean red pepper powders (*Capsicum annuum* L.) and color stability during sunlight exposure. *J. Food Sci.* 67:2957-2961.
- Ku, K.H., N.Y. Kim, J.B. Park, and W.A. Park. 2001. Characteristics of color and pungency in the red pepper for Kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33:231-237.
- Lee, H.D., M.H. Kim, and C.H. Lee. 1992. Relationships between the taste components and sensory preference of Korean red peppers. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24:266-271.
- Lee, G.J., M.G. Song, S.D. Kim, S.Y. Nam, K.Y. Lee, T.J. Kim, D.E. Kim, J.B. Yoon, and K.H. Choi. 2014a. Effects of diffused light materials on marketable yield and quality of sunlight dried red pepper (*Capsicum annuum* L.) in plastic film house. *Korean J. Plant Res.* 27:102-109.
- Lee, G.J., M.G. Song, S.D. Kim, K.Y. Lee, T.J. Kim, D.E. Kim, J.W. Heo, and J.B. Yoon. 2014b. Effects of night temperature management methods on quality of drying red pepper under sunlight in plastic house. *Korean J. Int. Agric.* 26:48-53.
- Lee, H.D. and C.H. Lee. 1992. Studies on the quality evaluation of Korean red pepper by color measurement. *Korean J. Dietary Culture* 7:105-112.
- Lee, H.E., C.I. Lim, and K.R. Do. 2007. Changes of characteristics in red peppers by various freezing and thawing methods. *Korean J. Food Preserv.* 14:227-232.
- Lim, Y.R., Y.N. Kyung, H.S. Jeong, H.Y. Kim, I.G. Hwang, S.M. Yoo, and J.S. Lee. 2012. Effects of drying methods on quality of red pepper powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41:1315-1319.
- Oh, S.H., I.G. Hwang, H.Y. Kim, C.R. Hwang, S.M. Park, Y. Hwang, S.M. Yoo, H.R. Kim, H.Y. Kim, J.S. Lee, and H.S. Jeong. 2011. Quality characteristics by particle size of red pepper powders for pepper paste and Kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40:725-730.
- Park, C.R. and K.J. Lee. 1975. A study on the influence of drying methods upon the chemical changes in red pepper. *Korean J. Nutr.* 8:173-177.

- Rodriguez-Amaya, D.B., M. Kimura, H.T. Godoy, and J. Amaya-Farfan. 2008. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. *J. Food Compos. Anal.* 21:445-463.
- Son, S.M., J.H. Lee, and M.S. Oh. 1995. A comparative study of nutrients and taste components in Korean and imported red peppers. *Korean J. Nutr.* 28:53-60.
- Son, S.M., K.D. Moon, and C.Y. Lee. 2001. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. *Food Chem.* 73:23-30.
- Vega-Gálvez, A., R. Lemus-Mondaca, C. Bilbao-Sáinz, P. Fito, and A. Andrés. 2008. Effect of air drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var. Lamuyo). *J. Food Eng.* 85:42-50.
- Yoon, J.M., J.J. Ji, S. C. Lim, K.H. Lee, H.T. Kim, H.S. Jeong, and J.S. Lee. 2010. Changes in selected components and antioxidant and antiproliferative activity of peppers depending on cultivation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39:731-736.
- Yoon, W.M. and J.Y. Lee. 2004. Effect of drying method on the fruit and powder color of red pepper. *J. Nat. Sci.* 15:97-109.